

ANALISA *COVERAGE* CDMA MENGGUNAKAN MAP INFO

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

HARISUDDIN

10655004534

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2013

ANALISA *COVERAGE* CDMA MENGGUNAKAN MAP INFO

HARISUDDIN
NIM : 10655004534

Tanggal Sidang : 28 Juni 2013
Perioda Wisuda : November 2013

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Software planning sangat dibutuhkan untuk optimasi *coverage* jaringan, namun harganya yang mahal menyebabkan hanya kalangan tertentu yang mampu memilikinya. Dan optimasi ini membutuhkan waktu yang lama untuk mengatur konfigurasi parameter radio. Besarnya keinginan untuk memiliki *software* tersebut dengan cara yang lebih murah maka penelitian ini dilakukan. Metode eksperimen ini dari data *engineering* parameter operator telekomunikasi yang dituangkan ke dalam program Matlab dan Map Info. Parameter yang di simulasikan yaitu RSCP dan EC/Io. Berdasarkan analisa data nilai x terbentang pada koordinat [0 540] dan nilai y pada rentang [0 510] akan memberikan visualisasi yang lebih baik ketika disampling dengan nilai *pixel* 5 dan 11.016 titik sampel dengan penyamplingan area secara merata.

Kata Kunci : *coverage, Ec/Io, matlab, map info, RSCP.*

ANALYSIS OF THE COVERAGE OF CDMA USING MAP INFO

HARISUDDIN
NIM : 10655004534

Date of Final Exam : June 28th, 2013
Graduation Ceremony Period : November, 2013

Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru - Indonesia

ABSTRACT

Software planning is required for the optimization of the network, but it was a costly cause only some particular people who are able to have it. And this optimization takes a long time to set the configuration parameters of the radio. The magnitude of the desire to have the software in a manner that is cheaper than the research was done. This experimental method of data engineering parameters of the telecommunications operator who pored into the Matlab program and Map Info. Parameters in simulate the RSCP and EC/IO. Based on analysis of data on the value of x lies at coordinates [0 540] and y values in the range [0 510] will give you a better visualization when sampling with 5 pixels and niai 11.016 point samples with sampling area evenly.

Keywords: coverage, Ec/Io, matlab, map info, RSCP.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, dengan perlindungan, dan limpah karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dalam waktu yang telah ditetapkan.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada bapak Hasdi Radiles, ST.,MT., selaku dosen pembimbing yang sangat berperan serta dalam penyelesaian tulisan ini, yang telah banyak memberikan bimbingan serta panduan untuk menyempurnakan tulisan ini. Ucapan terima kasih kepada Bapak Teddy Purnamirza,ST.,M.Eng, Bapak Sutoyo, ST.,MT, Bapak Marzuki, ST., Bapak Mulyono., Bapak Aulia., Ibu Fitri Amillia, ST., MT., dan Ibu Rika Susanti, ST.,MT yang selalu memberi pelajaran, motivasi dan arahan selama di bangku kuliah. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada Bapak Kunaifi, ST., PgDipEnSt, MSc dan Ibu Eva Zulfatri Aini, ST. MT. selaku ketua dan sekretaris jurusan teknik elektro serta kepada semua dosen di Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang dengan tulus memberikan pelajaran dan bimbingan yang sangat berguna bagi penulis.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada bapak Muhammad Rifaat yang sudah memberikan saya kesempatan untuk melakukan Riset atau Penelitian sampai selesai dan sudah begitu banyak membantu sampai terselesaikannya skripsi ini dengan baik.

Akhirnya tidak terlupakan dan yang paling istimewa kepada Ibunda tercinta Hj.Hawariyah Lubis dan Ayahanda Drs.H.Harmein Effendi Nasution serta keluarga saya yang selalu mendoakan dan memberikan support, materil dan dukungan yang sangat luar biasa kepada saya. Dan tidak lupa saya ucapkan terima kasih saya kepada saudaraku yang tercinta Saiful Anwar P. Nst, S.Pi., Habib Munawar Nst. Serta Mukhtarsyah Nst, S.Hi, Udak Dr.H.Syamruddin Nasution, M.A., Udak Zulfikar Fahmi Nst, S.Ag., Ujing Inak, Bang Hanafi Mtd atas perhatiannya dan dukungan selama penyusunan skripsi saya sampai selesai. Tanpa mereka Tugas Akhir saya ini tidak akan berhasil dengan semestinya

meskipun selalu cerewet semuanya. Kemudian kepada sahabat saya Marahalam Sori Pada Hrp,ST (~ucox TI~)., Yohan Fernanda (~Dudud~) yang selalu mendukung, memberikan arahan atau saran kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan semua teman angkatan 2006 Teknik Elektro Telekomunikasi yang tidak bisa saya lupakan.

Dalam penyusunan skripsi ini, saya menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan dan informasi yang dimiliki.

Untuk itu saya membuka diri menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini supaya menjadi lebih baik di masa yang akan datang.

Dan akhirnya saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Pekanbaru, 28 Juni 2013

Harisuddin

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR LAMPIRAN..	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Batasan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.1 Sistem CDMA	II-1
2.1.1 Alokasi Frekuensi	II-2
2.1.2 Arsitektur	II-3
2.2. Sistem Koordinat	II-4

2.2.1 Sistem Koordinat Bola.....	II-4
2.3. Sistem <i>Loss</i> Pada Komunikasi <i>Wireless</i>	II-7
2.3.1 <i>Propagation Loss</i>	II-7
2.3.2 <i>Pointing Loss</i>	II-8
2.3.2 <i>Feeding Loss</i>	II-9
2.4. Link Budget	II-12
2.4.1 <i>Equivalent Isotropically Radiated Power</i> (EIRP).....	II-12
2.4.2 Daya <i>Noise Thermal</i>	II-12
2.4.3 Batas <i>Shannon</i>	II-13
2.4.4 <i>Margin Interferensi</i>	II-14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	III-1
3.2 Tahapan Penelitian	III-2
3.3 Metode Pengumpulan Data	III-4
3.4. Inisialisasi Parameter RF	III-4
3.5 Area Sampel	III-5
3.6 Metode Sampling.....	III-6
3.7 <i>Base Station</i> ke Sampel	III-8
3.8 Pengolahan Data	III-8
3.7.1 E_c/I_o	III-8
3.7.2 RSCP	III-8
3.9 Sistem Koordinat Geografis	III-8
3.10 Sudut Penglihatan Antena (<i>Pointing</i>).....	III-10
3.11 <i>Propagation RF</i>	III-14

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Umum	IV-1
4.1.1 Tahapan Visualisasi.....	IV-1
4.1.2 Parameter Kualitatif Visualisasi.....	IV-2
4.2 Analisa Data	IV-3
4.2.1 <i>Pixel</i> 30.....	IV-3
4.2.2 <i>Pixel</i> 15	IV-5

4.2.3 <i>Pixel</i> 10	IV-7
4.2.4 <i>Pixel</i> 6	IV-9
4.2.5 <i>Pixel</i> 5	IV-11

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi bergerak atau seluler merupakan teknologi komunikasi yang sekarang ini berkembang dengan pesat hal ini ditandai dengan meningkatnya kebutuhan pelanggan akan *content* multimedia. Sehingga dibutuhkan suatu layanan yang mampu mengakomodasi layanan data kecepatan tinggi. Oleh karena itu beberapa operator menerapkan suatu teknologi baru yaitu CDMA (*Code Division Multiple Access*) dengan peningkatan layanan suara dan data.

Pembangunan jaringan CDMA ini telah mampu memberikan persaingan ketat terhadap sistem 3G lainnya seperti WCDMA. Secara teori, WCDMA lebih unggul dalam hal *bandwidth*, tetapi faktanya, masyarakat lebih memilih kepada kualitas jaringan. Kualitas ini berdasarkan kestabilan dalam memberikan kecepatan layanan, kenyamanan dalam melakukan panggilan suara maupun data, dan kesinambungan layanan diseluruh area layanan, hanya dapat tercapai dengan optimasi jaringan yang terus menerus. Optimasi CDMA merupakan rangkaian akhir tanpa berakhir dari tiga tahap pembangunan jaringan. Pada awalnya, segala kebutuhan dan parameter dimulai dari simulasi dan perhitungan di atas kertas. Tetapi, pada saat implementasinya, tidak semua rencana dapat diwujudkan sebagaimana yang diinginkan, contohnya nominal BTS. Hal tersebut membuat rangkaian kerja optimasi menjadi lebih berat, dimana model jaringan cenderung berubah-ubah ini sehingga sering hasil test jaringan radio kurang memuaskan.

Dalam proses optimasi, target-target performansi radio dikenal dengan istilah *Key Performance Indicator* (KPI). Beberapa KPI yang sering digunakan adalah daya *transmit/receive* (Tx/Rx level, dBm), Interferensi (Ec/Io, dB), *Received Signal Code Power* (RSCP, dBm), *Frame error rate* (FER, %), *Bit rate* (R, kbps), dan lain sebagainya. Parameter-parameter performansi ini, kemudian di analisa dan dibandingkan dengan hasil *before* dan *after*. Selain itu, perhitungan target optimasi dapat juga diakumulasikan dalam suatu diagram grafik untuk mendapatkan persentase *statistic* dari KPI yang diinginkan.

Banyak penelitian yang membahas sebelumnya tentang ini, contohnya seperti yang dilakukan oleh Deni dalam jurnalnya Analisa Perencanaan *Coverage* Sel CDMA 2000-1xEVDO pada Lingkungan Kampus IT Telkom. Pada tugas akhir ini dibahas analisa perencanaan *coverage* sel CDMA 2000-1x EVDO pada lingkungan kampus IT Telkom. Dalam penelitian, lingkungan IT Telkom dilayani oleh tiga BTS, meliputi BTS Cipagalo, BTS Dayeuh Kolot, dan BTS Bale Endah namun kualitas sinyal dari ketiga BTS tersebut masih kurang baik. Perencanaan ini dilakukan berdasarkan penentuan trafik, perhitungan jumlah dan *radius* sel, perhitungan *pathloss*, perhitungan *link budget*, serta penempatan BTS pada jaringan *eksisting* dan simulasi kualitas sinyal berdasarkan *coverage*. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini dikumpulkan data lapangan seperti: jumlah populasi kampus, kondisi geografis daerah, dan jaringan *eksisting* yang berguna dalam tahap *dimensioning*. Menghasilkan cakupan *coverage* area yang dapat melayani komunikasi data pada sistem CDMA 2000-1x EVDO di lingkungan kampus IT Telkom, dan penempatan BTS yang tepat untuk dapat meng-*cover* daerah kampus IT Telkom. Dalam proses perencanaan didapat jari-jari sel 0,24 km, luas *coverage* sel 0,15 km²/sel, level daya terima -75 dBm, dan 3 penempatan BTS baru (Deni, 2011).

Memvisualisasikan *coverage* biasanya menggunakan *software planning*. *Software planning* sangat dibutuhkan untuk optimasi *coverage* jaringan, namun harganya yang mahal menyebabkan hanya kalangan tertentu yang mampu memilikinya. Dan optimasi ini membutuhkan waktu yang lama untuk mengatur konfigurasi parameter radio. Untuk mewujudkan kebutuhan *software* tersebut maka dibutuhkan rancangan dasar *software coverage*. Besarnya keinginan untuk memiliki *software* tersebut dengan cara yang lebih murah maka penelitian ini dilakukan sebagai pionir dalam *software* optimasi radio.

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat dibuat simulasi bagaimana sistem ini diaplikasikan pada komunikasi bergerak seluler terutama untuk *coverage* jaringan.

1.2 Rumusan Masalah

Memodelkan *coverage* dengan menggunakan Matlab ke dalam Map Info sebagai aplikasi visualisasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang pemodelan analisa *coverage* dengan menggunakan Matlab dan Map Info.
2. Untuk membuat algoritma Matlab dan metode visualisasi ke dalam Map Info untuk menganalisa *coverage*.

2.2 Batasan Penelitian

Penelitian ini mengambil parameter dari salah satu operator 1x- EVDO yang berada di Pekanbaru, yang kemudian diaplikasikan dalam simulasi perhitungan area layanan minimum. Beberapa batasan harus dilakukan untuk mempersempit ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang di simulasikan yaitu RSCP dan EC/Io.
2. Matlab sebagai *software* aplikasi penunjang menjalankan pemodelan *coverage* CDMA yang akan di visualisasikan ke Map Info.
3. Aplikasi yang digunakan simulasi hanya Matlab dan Map Info serta tidak membahas fungsi dan langkah selain yang dilakukan.
4. Pemodelan kontur permukaan tanah adalah dataran yang luas, dengan mengabaikan efek kelengkungan bumi, *obstacle* seperti gedung, pepohonan dan lain sebagainya, sehingga kondisi *line of sight* selalu tercapai.
5. Perhitungan sinyal radio hanya mencakup lintasan langsung dengan mengabaikan konsep zona *freshnel* seperti, efek refleksi, refraksi dan difraksi, sehingga model propagasi yang sesuai adalah persamaan *friis* (*free space model*).
6. Parameter lainnya yang dibutuhkan dalam penelitian ini akan diasumsikan berdasarkan model dan skenario yang dibuat.

2.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini antara lain:

1. Memberikan ide-ide dan pengetahuan awal untuk penelitian pada teknologi CDMA bagi mahasiswa UIN suska Riau

- 2 . Memberikan pemikiran dan metoda baru dalam mengatasi permasalahan jaringan multi teknologi yang diterapkan pada lokasi dan perangkat yang sama.
- 3 . Mempermudah dan mempersingkat menganalisa proses optimasi dengan adanya perubahan parameter RF seperti penambahan *site*, sektor, penambahan daya dan lain-lain.
- 4 . Menghemat biaya untuk perusahaan telekomunikasi untuk analisa dan optimasi jaringan karena hanya membutuhkan data *engineering* parameter dari pihak perusahaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

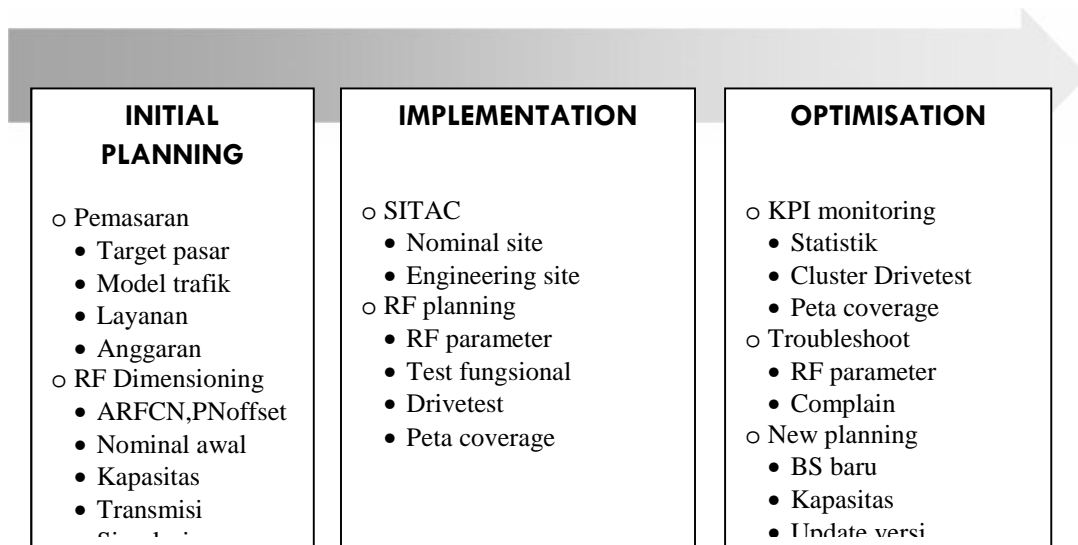
Deni dalam jurnalnya Analisa Perencanaan *Coverage* Sel CDMA 2000-1xEVDO pada Lingkungan Kampus IT Telkom. Pada tugas akhir ini dibahas analisa perencanaan *coverage* sel CDMA 2000-1x EVDO pada lingkungan kampus IT Telkom. Dalam penelitian, lingkungan IT Telkom dilayani oleh tiga BTS, meliputi BTS Cipagalo, BTS Dayeuh Kolot, dan BTS Bale Endah namun kualitas sinyal dari ketiga BTS tersebut masih kurang baik. Perencanaan ini dilakukan berdasarkan penentuan trafik, perhitungan jumlah dan *radius* sel, perhitungan *pathloss*, perhitungan *link budget*, serta penempatan BTS pada jaringan *eksisting* dan simulasi kualitas sinyal berdasarkan *coverage*. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini dikumpulkan data lapangan seperti: jumlah populasi kampus, kondisi geografis daerah, dan jaringan *eksisting* yang berguna dalam tahap *dimensioning*. Menghasilkan cakupan *coverage* area yang dapat melayani komunikasi data pada sistem CDMA 2000-1x EVDO di lingkungan kampus IT Telkom, dan penempatan BTS yang tepat untuk dapat meng-*cover* daerah kampus IT Telkom. Dalam proses perencanaan didapat jari-jari sel 0,24 km, luas *coverage* sel 0,15 km²/sel, level daya terima -75 dBm, dan 3 penempatan BTS baru (Deni Permasadi, 2011).

2.2 Sistem CDMA

Code Division Multiple Access (CDMA) adalah suatu teknologi *spread spectrum* yang mampu membuat pelanggan menempati kanal radio yang sama pada waktu yg bersamaan. Sistem CDMA menggunakan kode unik yang berbeda satu sama lain karena setiap data yang akan dipancarkan terlebih dahulu akan dibagi dengan menggunakan kode *spreading*, dan akan terwujud *multiple access*.

Pembangunan jaringan telekomunikasi bergerak, seperti sistem CDMA telah mampu memberikan persaingan ketat terhadap sistem 2G lainnya. CDMA lebih unggul dalam hal kestabilan dan faktanya masyarakat lebih memilih kepada kualitas jaringan. Kualitas ini berdasarkan kestabilan dalam memberikan kecepatan layanan, kenyamanan dalam

melakukan panggilan suara, dan kesinambungan layanan diseluruh area layanan, hanya dapat tercapai dengan optimasi jaringan yang terus menerus.



Gambar 2.1 Tahap pembangunan sistem CDMA

Optimasi CDMA merupakan rangkaian akhir tanpa berakhir dari tiga tahap pembangunan jaringan. Pada awalnya, segala kebutuhan dan parameter dimulai dari simulasi dan perhitungan di atas kertas. Tetapi, pada saat implementasinya, tidak semua rencana dapat diwujudkan sebagaimana yang diinginkan, seperti halnya nominal BS. Hal tersebut membuat rangkaian kerja optimasi menjadi lebih berat, dimana model jaringan berubah dan kadang hasil test jaringan tidak memuaskan.

2.1.1 Alokasi Frekuensi

Frekuensi radio, merupakan *resource* yang sifatnya terbatas dan bersifat global. Penggunaan frekuensi tertentu untuk dalam suatu wilayah haruslah unik untuk menghindari *interferensi* dan kegagalan dalam berkomunikasi. Oleh karena itu, frekuensi diatur dan diawasi oleh pemerintah lewat Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia (BRTI). Frekuensi dialokasikan kedalam kanal-kanal radio dengan masing-masing *bandwidth* 30 KHz. Kanal-kanal radio ini kemudian diberikan nomor-nomor kanal yang mengindikasikan frekuensi tengah dari suatu *carrier* yang digunakan oleh sistem radionya. Sistem penomoran kanal ini disebut dengan *Absolute Radio Frequency Channel Number* (ARFCN), dan konversi ke satuan frekuensi dapat dilihat pada tabel 2.1

Table 2.1 ARFCN CDMA2000 800MHz

Arah <i>link</i>	Nomor kanal	Frekuensi (MHz)
<i>Forward</i> (<i>Downlink</i>)	1 – 799	$0.03 \times N + 825$
	991 – 1023	$0.03 \times (N - 1023) + 825$
<i>Reverse</i> (<i>Uplink</i>)	1 – 799	$0.03 \times N + 870$
	991 – 1023	$0.03 \times (N - 1023) + 870$

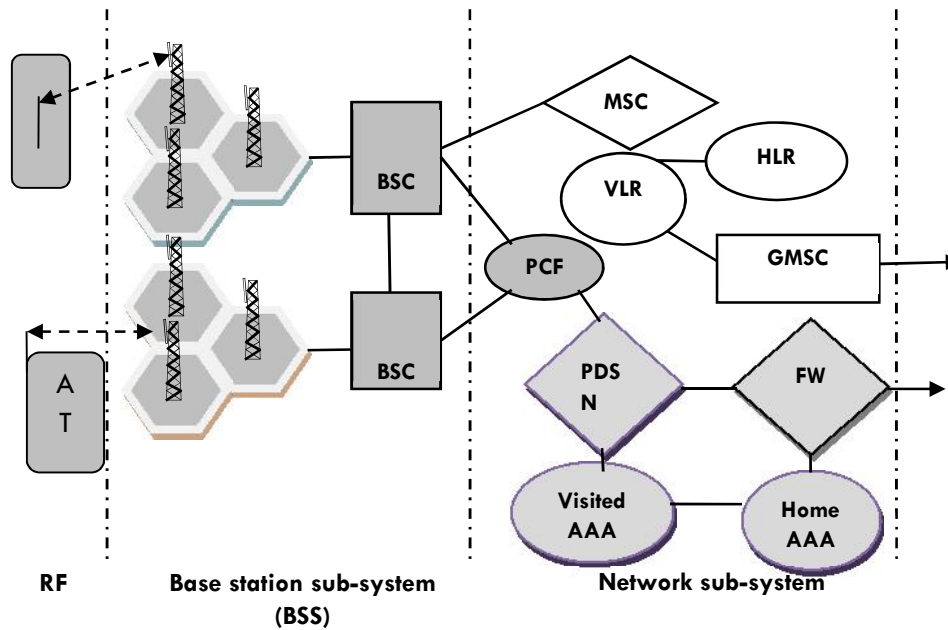
Sumber : Keputusan Direktur Jenderal Pos & Telekomunikasi (2004)

Saat ini, BRTI mengalokasikan sistem CDMA pada band frekuensi 450 MHz dan 800 MHz. Untuk sistem FDD, CDMA 800 MHz menggunakan dua kanal yang berbeda untuk *forward link* dan *reverse link* yang terpisah sejauh 35 MHz. Masing-masing kanal menggunakan *bandwidth* 1.25 MHz atau setara dengan 42 slot frekuensi dengan *guard band* antar kanal sebesar 10 KHz (Keputusan Direktur Jenderal Pos & Telekomunikasi, 2004).

Teknologi CDMA2000-1X yang ada saat ini sebagian besar adalah CDMA2000-1X IS-2000 Rev. Pengembangan CDMA2000 selanjutnya adalah CDMA 1X EV-DO (IS-856 Rev.0) yang menitik beratkan kecepatan data hingga mencapai 2,4 MBps, dengan memisahkan kanal layanan suara dengan kanal layanan data (Usman Kurniawan, 2010).

2.1.2 Arsitektur CDMA

Arsitektur umum dari sistem komunikasi selular umumnya terbagi menjadi tiga bagian sub fungsi, yaitu *radio air interface* (RF), *sub-base station* (BSS), dan *core network* (CN). Pada BSS terdapat *base station* (BS) yang terhubung langsung ke *mobile station* (ms) lewat kanal RF. Setiap BS ini kemudian terhubung ke suatu BSC lokal per wilayah, dan semua BSC kemudian berkomunikasi dengan *core* lewat *fiber optik* atau komunikasi satelit. Sistem CDMA merupakan evolusi teknologi yang tetap menggunakan *air interface* yang sama, tetapi berbeda dalam modul sistem *coding* dan modulasi pada BSS dan beberapa tambahan pada *core network* yang mendukung untuk komunikasi data.



Gambar 2.2 Arsitektur jaringan CDMA

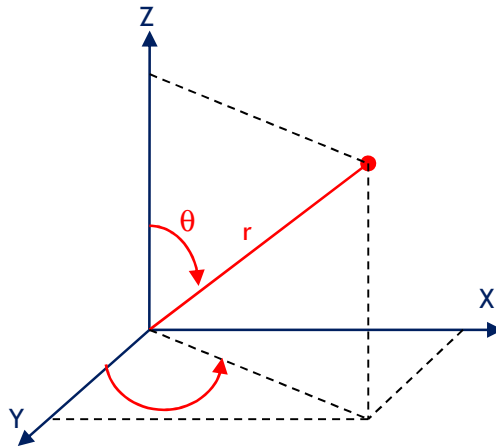
(Sumber: Enrico, 2012)

2.2 Sistem Koordinat

Mengerti konsep sistem koordinat mutlak untuk dapat menganalisa data radio dari suatu jaringan bergerak. Seluruh lokasi BS umumnya menggunakan sistem koordinat geografis, tetapi ada kalanya sistem koordinat lain seperti koordinat-bola dan kartesian dapat mempermudah analisa dalam penelitian ini.

2.2.1 Sistem Koordinat Bola

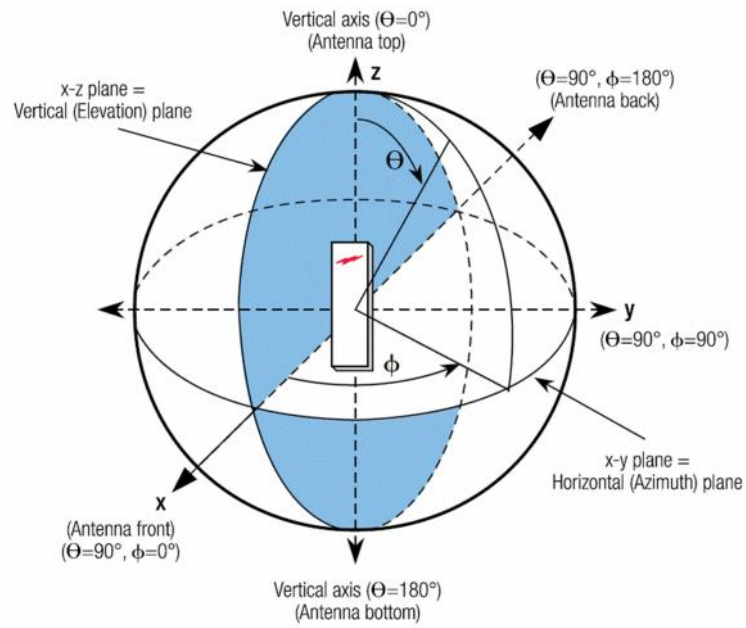
Dengan menggunakan sistem koordinat bola, analisa pola radiasi antena ke setiap titik permukaan bumi menjadi lebih mudah. Koordinat bola adalah sistem koordinat tiga dimensi yang merepresentasikan derajat sudut horisontal, derajat sudut vertikal serta jaraknya dari suatu titik referensi. Sistem koordinat bola juga merupakan fungsi trigonometri dan teorema *pythagoras* dari sistem koordinat kartesian yang terdiri dari tiga sumbu jarak, yaitu X, Y dan Z. Gambar 2.3 memperlihatkan relasi antara sistem koordinat bola dan kartesian dalam bentuk yang sederhana.



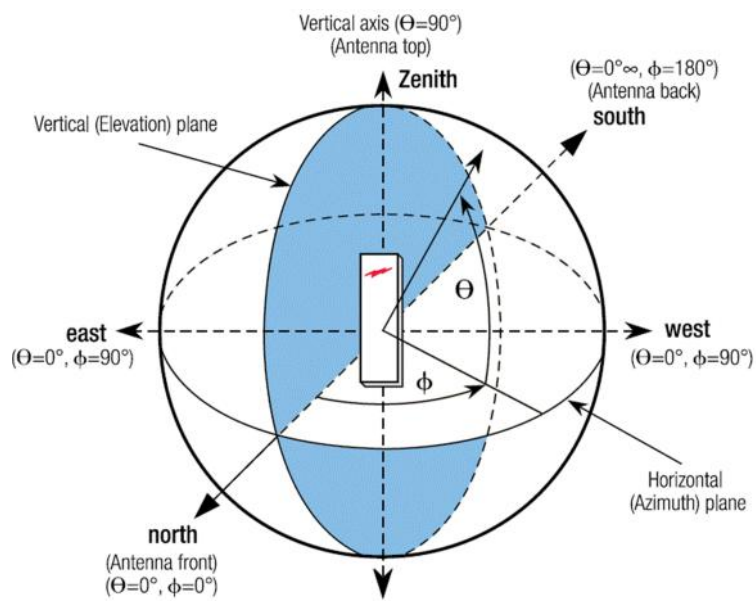
Gambar 2.3 Sistem koordinat bola dan kartesian

(Sumber: Dennys Roddy, 2006)

Orientasi dari suatu antena dalam model tiga dimensi, merupakan fungsi dari *azimuth* dan *downtilting*. *Azimuth* (α) adalah orientasi antena secara horisontal yang merupakan fungsi dari *longitude* (λ) dan *latitude* (ϕ). Titik referensi *azimuth* 0^0 , merujuk pada arah utara, melingkar searah jarum jam kepada arah daya terkuat pada pola radiasi horisontal antena tersebut. *Downtilting* (θ) adalah orientasi antena secara vertikal yang merupakan fungsi trigonometri dari tinggi antena (t) dan rentang jarak dari antena terhadap perpotongan lintasan radiasi dengan permukaan bumi (r). Pada prakteknya, koordinat bola pada Gambar 3.6 perlu modifikasi ulang sehingga untuk selanjutnya titik referensi *downtilting* $= 0^0$, adalah ketika nilai $\theta = 90^0$.



(a)



(b)

Gambar 2.4 Ilustrasi posisi antenna pada (a) koordinat bola dan (b) koordinat geografis

(Sumber: Andrew, 2008)

2.3 Sistem Loss Pada Komunikasi Wireless

2.3.1 Propagation Loss

Gelombang elektromagnetik yang terpancar dari suatu antena *transmitter*, akan mengalami berbagai macam bentuk gangguan selama berpropagasi menuju antena *receiver*. Jika seandainya antara kedua antena tersebut terdapat ruang *line of sight* (LoS) yang cukup, maka *loss* daya sinyal yang terjadi setara dengan *free space loss* (FSL). Persamaan ini sering disebut dengan *formula friis* (Robert A. Nelson, 2012), yaitu:

$$FSL = \frac{\lambda^2}{4\pi d^2} = \frac{570}{d_m \times f_{MHz}^2} \quad 2.1$$

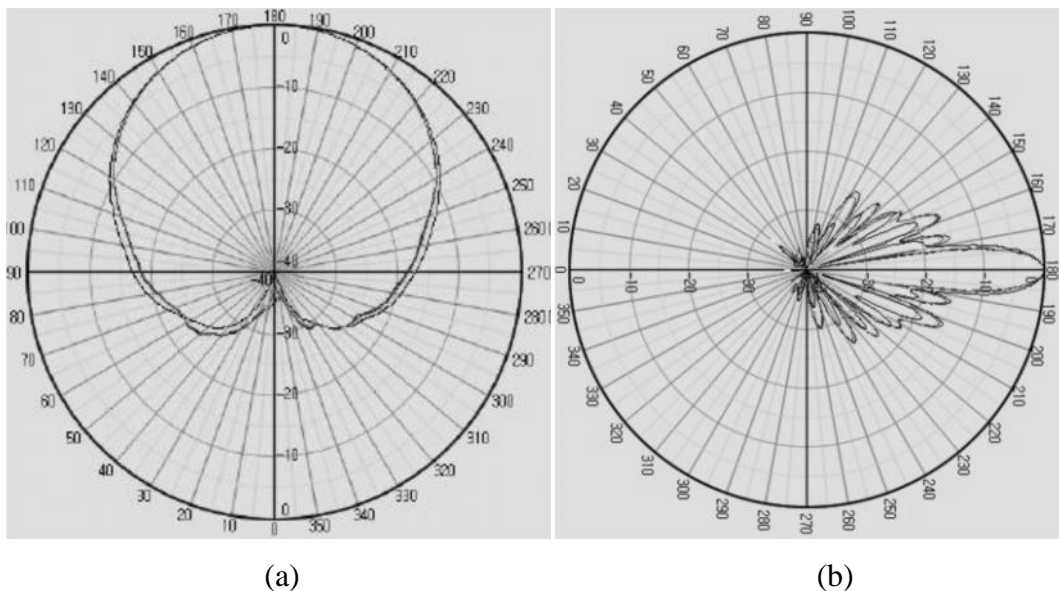
Model propagasi ini merupakan konsep dasar dari semua model propagasi *wireless*, tetapi beberapa modifikasi dilakukan untuk menggambarkan keadaan lingkungan sekitarnya. Misalkan model *two-ray refraction* (TRR), mengambil asumsi bahwa sinyal yang sampai di *receiver* merupakan kumulatif dari sinyal langsung dan sinyal pantulan dari tanah. Meskipun menurut teori model TRR lebih akurat dibandingkan dengan FSL, tetapi umumnya perbedaan tinggi dan jarak propagasi sangat jauh berbeda, sehingga perbedaan lintasan sinyal pun bisa dianggap sama. Dengan kata lain, model TRR hanya menambah tingkat kesulitan perhitungan simulasi dengan perbedaan yang sangat kecil.

Kenyataan dilapangan kondisi (LoS) pun jarang tercapai, dan kebanyakan merupakan akumulasi dari beberapa kali pantulan baik oleh tanah maupun oleh dinding-dinding bangunan. Jika asumsi jumlah pantulan yang terjadi konstan untuk berbagai posisi ms terhadap, maka FSL cukup dikoreksi dengan suatu konstanta peredam daya sinyal. Nilai konstanta ini umumnya berkisar 20 – 40 dB sebagai konstanta redaman gedung. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini mengambil nilai koreksi 30 dB, sehingga persamaan propagasi, dimana *d* dalam meter dan *f* dalam MHz dapat dihitung sebagai berikut:

$$FSL = \frac{\lambda^2}{4\pi d^2} = \frac{0.57}{d_m \times f_{MHz}^2} \quad 2.2$$

2.3.2 Pointing Loss

Pointing loss merupakan loss yang disebabkan oleh penyimpangan *azimuth* antenna terhadap posisi ms yang sedang terlayani. Daya maksimum dari suatu antenna umumnya terpancar dari titik tengah arah penglihatan antenna (*azimuth*), dan disebut dengan titik referensi *azimuth* (horisontal) atau pun elevasi (vertikal). Jika ms tidak berada pada posisi daya pancar maksimum, maka gain dari antenna pun akan menurun atau bahkan kehilangan daya sinyal dari daya pancar *transmitter* sendiri. *Loss* yang disebabkan oleh penyimpangan posisi pointing ini bisa mencapai -30 dB atau lebih.



Gambar 2.5 Model referensi pola radiasi antenna dengan (a) HPBW horizontal 65° dan (b) HPBW vertikal 10° , gain 16.5dB

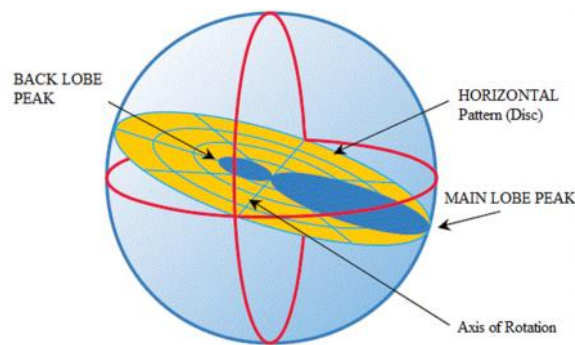
(Sumber: Katalog, 2012)

Dari model gambar di atas terlihat bahwa pada *azimuth* 180° , daya pancar maksimum dengan normalisasi gain 0 dB. Pola radiasi antenna ini memiliki *Half Power Beam Width* (HPBW) sama dengan 65° . Dengan kata lain, semua ms yang berada pada arah lebih dari 32.5° , perhitungan gain antenna akan menurun lebih dari setengah total gain yakni kurang dari 8.25 dB. Ketika ms berada pada posisi 150° relatif terhadap *azimuth* antenna, gain akan menurun hingga -30 dB, atau daya pancar akan berkurang hingga 13.5 dB tanpa adanya gain sama sekali.

Pola radiasi horisontal ini merupakan radiasi maksimum untuk setiap sudutnya, dan akan menurun seiring dengan elevasi ke atas ataupun kebawah (*downtilt*) relatif terhadap posisi ms. Hubungan dari pola radiasi horisontal ($g(\alpha)$, ternormalisasi maksimum 0 dB) dan vertikal ($g(\theta)$), ternormalisasi maksimum 0 dB) ini terhadap *gain* maksimum antenna (G , dB) adalah sebagai berikut:

$$g(\alpha, \theta) = G + g(\alpha) + g(\theta) \text{dB} \quad 2.3$$

Adapun efek penggunaan *downtilting* pada antenna, dapat mengkalibrasi *gain* untuk mendapatkan jarak *coverage* optimum tertentu pada *beam* maksimum. Tetapi, hal ini juga membuat efek pada *back lobe*, sehingga *interferensi* pada arah sebaliknya juga meningkat.



Gambar 2.6 Efek *downtilting* terhadap *back lobe*

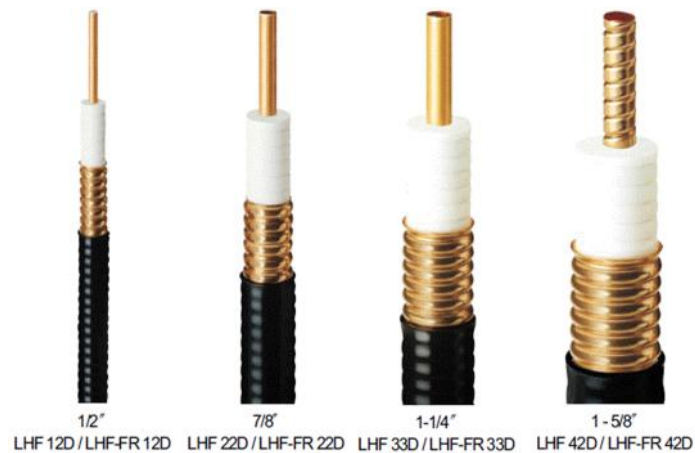
(Sumber: Andrew, 2008)

2.3.3 Feeding loss

Dalam sistem komunikasi radio, pemasangan antenna umumnya berada pada ketinggian tertentu untuk mendapatkan kondisi LoS atau *coverage* tertentu. Sementara itu *transmitter* tersimpan pada suatu ruang kabin tertutup yang disebut dengan *shelter*. Untuk itu, suatu kabel akan menghubungkan antara *transmitter* (*base station*) dengan antenna sektoral, yang disebut dengan kabel *feeder*.

Untuk komunikasi selular, terdapat empat jenis kabel *feeder* yang sering digunakan untuk menghubungkan antenna ke *transmitter*, yaitu kabel 1/2", 7/8", 5/8" dan 13/8". Kabel 1/2" digunakan sebagai kabel *jumper* untuk menghubungkan antenna ke *feeder* utama atau *transmitter* dengan *feeder* utama dengan panjang 1 – 3 meter. Untuk *feeder* utama, menggunakan diameter yang lebih besar untuk mendapatkan *loss* yang minimum. Kabel *feeder* ini terinstall pada suatu *cable tray* pada sisi dalam tower dan masuk ke *shelter* dengan tinggi dari tanah sekitar 2 meter sebelum terhubung ke kabel *jumper*. Alokasi total

loss untuk *feeder* beserta dengan konektor umumnya berkisar 1.5 – 2 dB untuk mendapatkan daya *transmit* yang maksimum.



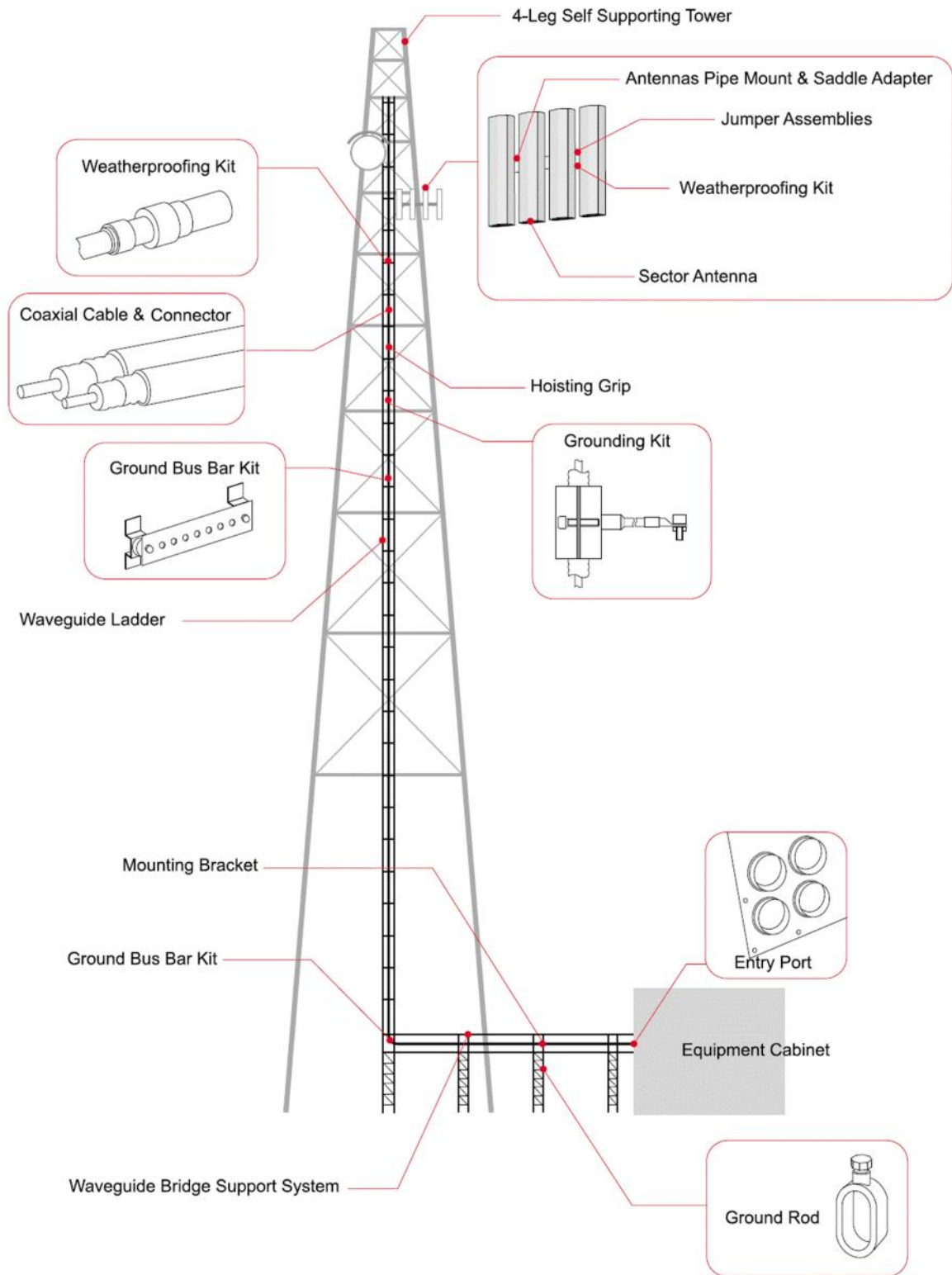
Gambar 2.7 Jenis-jenis kabel *feeder* pada komunikasi selular
(Sumber: Katalog, 2012)

Besarnya *feeding loss* tergantung pada pemilihan diameter *feeder* yang digunakan. Nilai *loss* ini umumnya tidak jauh berbeda dan dapat merujuk pada katalog kabel salah satu produk *feeder* berikut ini:

Tabel 2.2 Karakteristik *loss* pada kabel *feeder* dalam dB/100m

freq (MHz)	½"	7/8"	1¼"	1 5/8"
450	4.51	2.52	1.77	1.48
824	6.17	3.51	2.49	2.11
894	6.42	3.67	2.61	2.20
960	6.69	3.82	2.72	2.31
1000	6.84	3.92	2.79	2.38
1700	9.13	5.29	3.81	3.28
1800	9.41	5.47	3.94	3.40
2000	10.20	5.81	4.21	3.63
2400	11.00	6.46	4.37	4.05

Sumber: Katalog, (2012)



Gambar 2.8 Sistem saluran transmisi pada tower

(Sumber: Katalog, 2012)

2.4 Link Budget

3.4.1 Equivalent Isotropically Radiated Power (EIRP)

Suatu antenna isotropik akan memancarkan daya ke seluruh ruang dengan radiasi yang sama besar. Tetapi, antenna ini merupakan model ideal secara teori dan bukan merupakan realitas antenna sebenarnya. Namun model isotropik menjadi model referensi untuk menunjukkan seberapa kuat suatu antenna dapat memancarkan daya ke arah yang diinginkannya.

Ekuivalensi daya radiasi terhadap model referensi isotropik ini kemudian disebut dengan *Equivalent Isotropically Radiated Power* (EIRP), yaitu merupakan daya yang terhimpun pada permukaan antenna sesaat sebelum lepas ke ruang udara. Dalam sistem *transmitter*, daya sinyal yang dipancarkan oleh *transmitter* akan mengalami *loss* dan *gain* hingga mencapai permukaan antenna sektoral. Jika P_t merupakan daya *transmit* (watt), G_t merupakan *gain transmit* (rasio perbandingan penguatan terhadap antenna isotropik), L_f adalah *loss feeding* (*feeder dan connector*), dan L_r adalah *loss pointing* (rasio *gain* numerik arah ms terhadap maksimum pointing) (Robert A. Nelson ,2012), maka perhitungan EIRP dapat dilakukan sebagai berikut:

$$EIRP = \frac{P_t G_t}{L_f L_r} \quad 2.4$$

3.4.2 Daya Noise Thermal

Dalam suatu perangkat aktif, *noise thermal* selalu muncul akibat efek dari panas yang ditimbulkannya. Persamaan daya *noise* ini merupakan perkalian dari konstanta Boltzman ($k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K), temperatur ($T = 290^0$ Kelvin) dan *bandwidth* ($B = 1.2288$ Mbps) (Robert A. Nelson, 2012), yaitu:

$$N = kTB = 4.9177 \times 10^{-15} \text{ watt} \quad 2.5$$

Persamaan 2.5 adalah bentuk *noise floor* dari suatu *receiver* yang ideal, tetapi kenyataannya *noise floor* jauh lebih besar, tergantung pada kualitas pembuatannya. Variabel *Noise Figure* (NF) dapat menyatakan seberapa bagus suatu *receiver* bekerja dengan segala bentuk *noise* dan *loss* yang terjadi didalam sistem tersebut.

Nilai umum dari NF suatu sistem adalah sekitar 15 dB (Ayodeji J.B. and M.O. Kolawole, 2010), sehingga model *noise floor* untuk sistem CDMA dapat dihitung sebagai berikut:

$$N = 10 \log 4.92 \times 10^{-15} \text{ watt} + 15 \text{ dB} = -128.082 \text{ dBm} \quad 2.6$$

3.4.3 Batas Shannon

Dalam sistem CDMA, suatu bit informasi akan menyebar ke seluruh alokasi *bandwidth carrier* dengan representasi dari urutan-urutan *chip* tertentu. Penyebaran *bit* informasi ini oleh *chip* tersebut akan membuat sinyal lebih handal dalam mengatasi *error* selama propagasi. Perbandingan *bit rate* sinyal informasi ini terhadap *chip rate* sinyal disebut dengan *processing gain*.

Secara umum, daya RF (S , watt), *noise* (N , watt) dan *bandwidth* efektif (B , Hz) membatasi maksimum kecepatan transfer data (C , bit/s) yang dapat tercapai dalam saluran komunikasi radio. Batas atas ini mengacu pada teorema kapasitas kanal, atau lebih dikenal dengan kapasitas *Shannon* (persamaan 2.7). Hal ini mengindikasikan bahwa, untuk setiap sistem ideal, *bit error rate* (BER) akan mendekati nol, jika kecepatan transmisi lebih rendah dari kapasitas kanal. Tetapi kenyataannya, sistem aplikasi yang mendekati batas shannon tersebut tergantung pada pemilihan teknik modulasi dan *noise receiver*-nya (Jim Zyren and Al Petrick, 1998).

$$C = B \times \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad 2.7$$

Aspek yang terpenting lainnya dalam teknik modulasi adalah permintaan minimum S/N yang harus tercapai, agar *receiver* dapat bekerja dengan konteks BER yang diinginkan. Untuk modulasi digital, parameter kualitas sinyal umumnya dikenal dengan istilah E_b/N_0 . E_b/N_0 merupakan perbandingan energi *bit* terhadap daya *noise* per Hz. Hubungan antara S/N dan E_b/N_0 diberikan oleh persamaan (Jim Zyren and Al Petrick, 1998) berikut:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{N} \times \frac{B}{C} \quad 2.8$$

Untuk menentukan nilai E_b/N_0 yang diperlukan untuk mencapai *bit rate* tertentu, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 dan persamaan 2.8 sebagai berikut:

$$\frac{E_b}{N_0}_{min} = 2^{C/B} - 1 \times \frac{B}{C} \quad 2.9$$

Sehingga definisi S/N (Jim Zyren and Al Petrick, 1998) adalah:

$$\frac{S}{N} = 10 \times \log 2^{C/B} - 1 \text{ dB} \quad 2.10$$

Sistem *coding* and modulasi yang digunakan CDMA dapat diperlihatkan oleh tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 *Data rate* CDMA

DRC Index	Data rate (kbps)	Time slot	Bits/packet	Coderate	Modulation
0	0	0	0	-	-
1	38.4	16	1024	1/5	QPSK
2	76.8	8	1024	1/5	QPSK
3	153.6	4	1024	1/5	QPSK
4	307.2	2	1024	1/5	QPSK
5	307.2L	4	2048	1/5	QPSK
6	614.4	1	1024	1/3	QPSK
7	614.4L	2	2048	1/3	QPSK
8	921.6	2	3072	1/3	QPSK
9	1228.8	1	2048	1/3	8-PSK
10	1228.8L	2	4096	1/3	8-PSK
11	1843.2	1	3072	1/3	16-QAM
12	2457.6	1	4096	1/3	16-QAM

Sumber : Qi Bi (2004)

3.4.4 Margin Interferensi

Setiap *carrier* dari BS berbeda pada alokasi *offset* kode yang digunakan sehingga warna kode dalam satu *cluster* yang sama bersifat unik. Meskipun warna kode masing-masing BS berbeda, tetapi frekuensi yang sama tetap memberikan pengaruh pada level interferensi total (I_{tot}) pada suatu titik lokasi. Besarnya interferensi ini dapat berasal dari *carrier* itu sendiri (I_{own}) dan atau dari *carrier* yang berbeda (I_{oth}). Dalam hal ini interferensi memperhitungkan juga daya *noise thermal* yang terjadi dalam sistem tersebut (Qi Bi, 2004) :

$$I_{tot} = I_{own} + \sum_i I_{oth,i} + P_N \quad 2.11$$

Alokasi daya maksimum untuk kanal trafik, $P_{traff,max}$, adalah daya maksimum dari BS dikurangi dengan daya kanal pilot dan daya kanal *signaling* lainnya. Jika suatu variabel η mendefinisikan faktor beban trafik yang sedang terlayani oleh suatu sel dan P_s adalah alokasi daya untuk kanal selain pilot dan trafik, maka interferensi oleh sel yang sama dapat dihitung sebagai berikut:

$$I_{own} = P_s + P_{traff,max} \eta + P_N \quad 2.12$$

Sedangkan untuk interferensi dari sel lainnya, I_{oth} , persamaan 2.12 ditambahkan dengan sinyal pilot sel tersebut, sehingga untuk sel ke- i akan dihitung sebagai berikut:

$$I_{oth,i} = P_p + P_s + P_{traff,max} \eta_i \quad 2.13$$

Sistem CDMA menggunakan E_b/N_o yang diukur pada kanal trafik *reverse link*, dan E_c/I_o pada kanal pilot *forward link*. Karena pada kanal *reverse*, *power control* bekerja untuk mencapai target E_b/N_o , dengan *bit rate* lebih rendah dibandingkan dengan *forward link*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

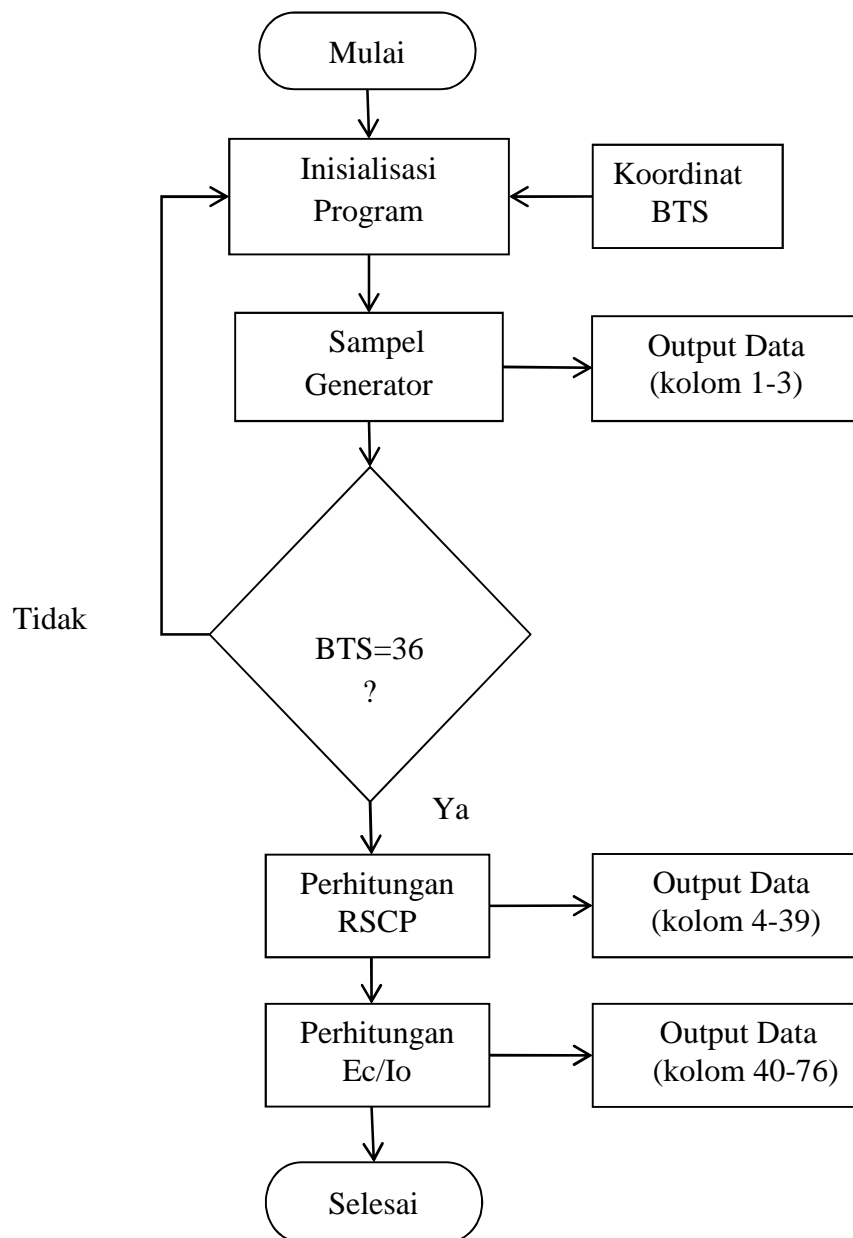
3.1 Jenis Penelitian

Adapun permasalahan diangkat dari studi kasus layanan jangkuan salah satu operator jaringan di kota Pekanbaru. Jenis penelitian merupakan kualitatif untuk mendapatkan nilai maksimum dengan metode eksperimen data *engineering* parameter operator telekomunikasi yang dituangkan ke dalam program Matlab dan Map Info.

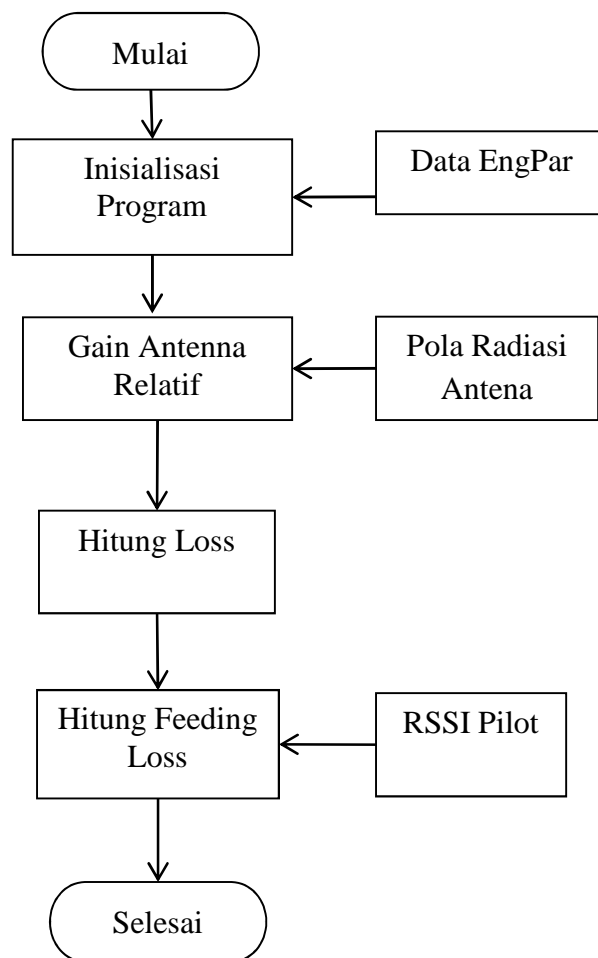
Sumber penelitian diperoleh dari salah satu operator telekomunikasi yang tidak bisa disebutkan dalam Tugas Akhir ini dan bersifat rahasia untuk menghindari hal yang tidak diinginkan.

3.2 Tahapan Penelitian

Secara garis besar langkah penelitian dapat dilihat dari *Flowchart* di bawah :



Gambar 3.1 *Flowchart* tahapan penelitian



Gambar 3.2 *Flowchart main simulator*

Simulasi pada komputer sangat dibutuhkan untuk mensimulasikan sistem CDMA. Hal ini dikarenakan sulitnya untuk melakukan perhitungan secara manual dan mahalnya peralatan pengukuran sinyal, maka sistem yang akan diteliti dan dipresentasikan dalam sebuah model yang mendekati sebenarnya. Model inilah yang akan disimulasikan menggunakan bahasa pemrograman komputer untuk menghitung dan menganalisis data-data performansi yang akan dianalisis. Pada Tugas Akhir ini akan menggunakan bahasa pemrograman Matlab karena bahasa pemrograman ini merupakan bahasa pemrograman dan memiliki kemampuan yang bagus untuk memproses data yang sangat banyak sebagai mana yang dibutuhkan pada simulasi CDMA. Pada penelitian ini Map Info digunakan menganalisis *coverage* layanan jaringan CDMA.

3.3 Metode Pengolahan Data

3.4 Inisialisasi Parameter RF

Dalam penentuan daerah layanan, perlu diketahui bagaimana kondisi lapangan, berapa luas wilayah yang direncanakan untuk mengetahui kebutuhan jumlah sel dan pemilihan lokasi *base station* yang tepat, kondisi topologi daerah perlu diketahui, apakah berbukit-bukit datar atau memiliki kemiringan terhadap permukaan bumi, kondisi kerapatan dan ketinggian bangunan, serta kepadatan pemukiman penduduk untuk mengetahui daerah tersebut klasifikasi *urban*, *suburban*, atau *rural*.

Secara umum klasifikasi daerah (Teuku Yuliar Arif, Syahrial dan Kamsur, 2009) adalah sebagai berikut:

a. Daerah terbuka (*Rural*)

Daerah yang belum berkembang atau hanya sebagian kecil dari daerah sudah berkembang, populasi penduduk masih sedikit.

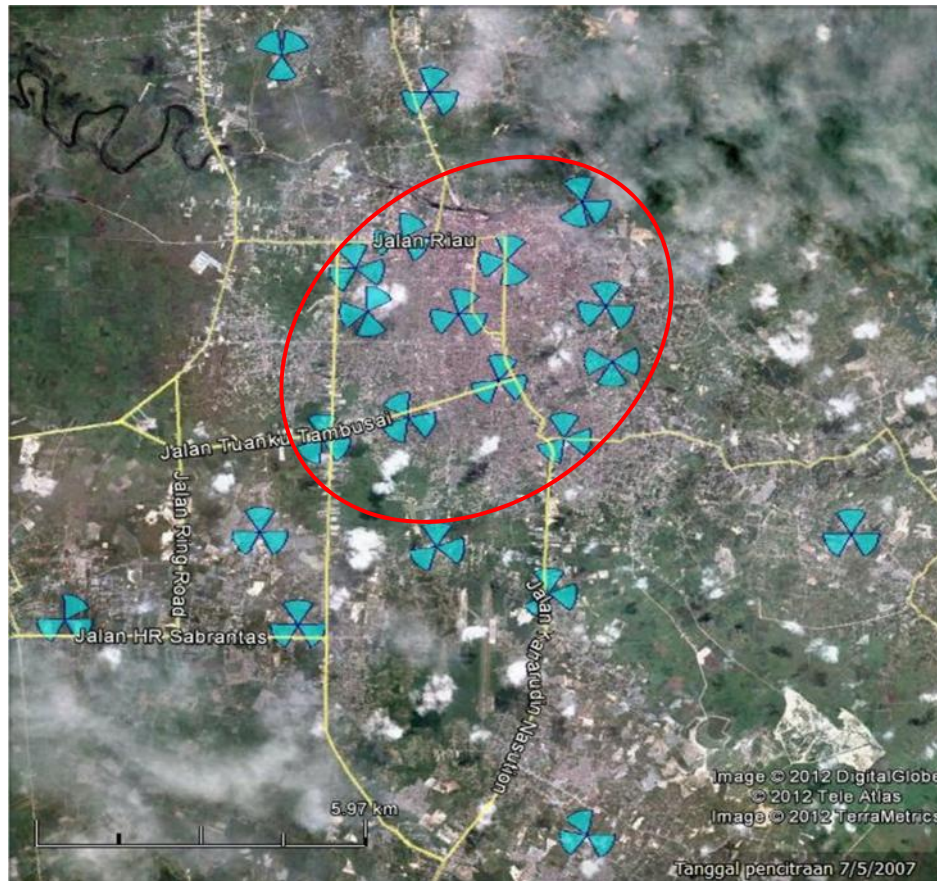
b. Daerah pedesaan (*Suburban Area*)

Daerah gabungan antara pemukiman penduduk dengan sejumlah kecil industri.

c. Daerah kota (*Urban*)

Daerah pemukiman penduduk cukup padat, jumlah bangunan tinggi yang juga cukup banyak.

Salah satu operator nasional telah selesai membangun 21 *site* di wilayah kota Pekanbaru. Site ini memiliki konfigurasi S111 dengan 11 *sites* di antaranya (dalam lingkaran merah pada gambar 3.3) merupakan *suburban* dan 10 *site* sisanya adalah *rural*. Objek penelitian memfokuskan pada analisa performansi jaringan dari 12 *site suburban* dengan mengabaikan efek dari sisa *site* lainnya (gambar 3.3).



Gambar 3.3 Jaringan CDMA di Pekanbaru

(Sumber: Data *Engineering* Parameter Operator Telekomunikasi - google earth, 2012)

3.5 Area Sampel

Untuk mengatasi waktu dan kerumitan, penelitian akan membatasi permasalahan pada *site suburban* yang terdiri dari 12 *site* atau 36 sel. Batasan wilayah penelitian memiliki margin sebelah barat pada *longitude* 101.4150^0 , margin sebelah utara pada *latitude* 0.5460^0 , margin sebelah timur pada *longitude* 101.4690^0 , dan margin sebelah selatan pada *latitude* 0.4950^0 . Posisi masing-masing *site* tersebut diperlihatkan oleh gambar 3.4, sedangkan koordinat geografis dan konversinya ke dalam koordinat kartesian diberikan oleh lampiran tabel 3.1.



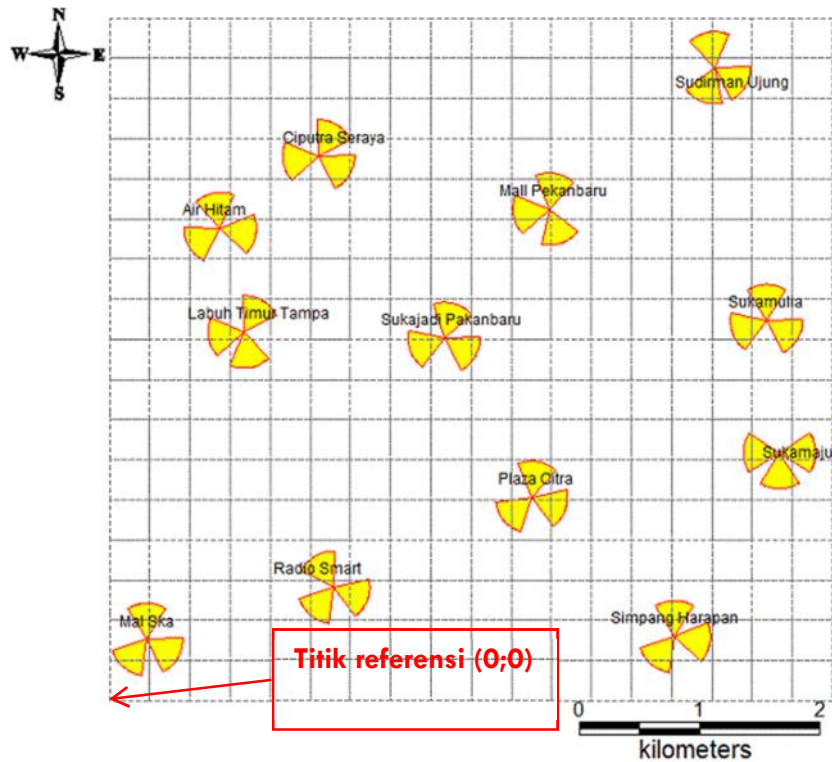
Gambar 3.4. Jaringan CDMA di Pekanbaru dengan 12 BTS

(Sumber: Data *Engineering* Parameter Operator Telekomunikasi - google earth, 2012)

3.6 Metode Sampling

Untuk mendapatkan konversi kartesian yang selalu positif, maka titik koordinat geografis paling barat – selatan (101.4150^0 ; 0.4950^0) sebagai titik referensi pada koordinat kartesian ($x=0$; $y=0$) sehingga perbedaan setiap satuan X atau Y setara dengan $\Delta^0 = 0.0001^0$ pada *longitude* dan *latitude*. Maka nilai X terbentang pada koordinat $[0\ 540]$ dan nilai Y pada rentang $[0\ 510]$.

Penelitian menggunakan metoda area-sampling terstruktur, dengan membagi-bagi menjadi area *grid* yang lebih kecil dan titik sample berada pada setiap pertengahan *grid-grid* sampel tersebut. Untuk itu, rentang area dari margin barat ke timur dan utara ke selatan kemudian disampling dengan jarak antar sampel 0.0030^0 . Jadi jarak antar sampel pada koordinat kartesian adalah 30 satuan X dan Y, sehingga sampel pertama berada pada koordinat (15,15) dan berakhir pada koordinat (525, 495).



Gambar 3.5 Metode sampling – area grid

Tabel 3.1 Konversi koordinat geografis site

No	Nama Site	Long	Lat	X	Y
1	Mal Ska	101.4178	0.4995	28	45
2	Simpang Harapan	101.4572	0.4997	422	47
3	Radio Smart	101.4317	0.5034	167	84
4	Plaza Citra	101.4465	0.5102	315	152
5	Sukamaju	101.4651	0.5135	501	185
6	Sukajadi Pekanbaru	101.4400	0.5220	250	270
7	Labuh Timur Tampa	101.4251	0.5225	101	275
8	Sukamulia	101.4641	0.5234	491	284
9	Air Hitam	101.4233	0.5302	83	352
10	Mall Pekanbaru	101.4478	0.5317	328	367
11	Ciputra Seraya	101.4306	0.5356	156	406
12	Sudirman Ujung	101.4602	0.5422	452	472

3.7 Base Station ke Sampel

Perhitungan *base station* ke sampel terdiri dari penentuan jarak, *azimuth* sampel, dan sudut elevasi sampel.

3.8 Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari 2 aspek *Key Performance Indicator* (KPI) yaitu:

3.7.1 E_c/I_o

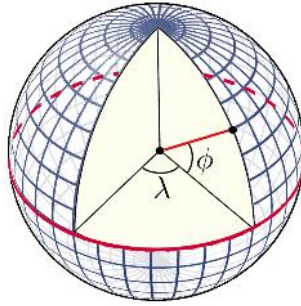
E_c/I_o atau Interferensi (E_c/I_o , dB) mempunyai umumnya optimum pada rentang level -5dB (~30% beban trafik) hingga -10dB (~ 90% beban trafik) dengan kondisi mengabaikan interferensi oleh sel lainnya. Jika interferensi dari sel lainnya diperhitungkan maka nilai E_c/I_o akan semakin memburuk tergantung pada level tegangan yang sampai ke ms.

3.7.2 RSCP

Received Signal Code Power (RSCP, dBm) adalah kode power daya *downlink* yang diterima dari *base station* ke *mobile*.

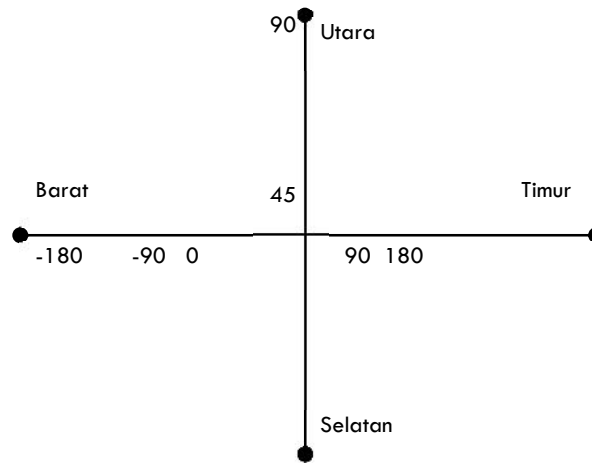
3.9 Sistem Koordinat Geografis

Sistem koordinat geografis merepresentasikan setiap titik pada permukaan bumi dengan menggunakan angka dan atau huruf. Secara umum, koordinat geografis memiliki dua buah sumbu yaitu *longitude* dengan rentang sudut 2×180^0 , dan *latitude* dengan rentang sudut 2×90^0 . Koordinat *longitude* merepresentasikan bagian kiri (barat) dan kanan (timur) terhadap garis *prime meridian*, sedangkan *latitude* merepresentasikan bagian atas (utara) dan bawah (selatan) terhadap garis ekuator bumi. Dalam beberapa literatur, koordinat tinggi sering melengkapi posisi dari permukaan bumi dengan menambahkan sumbu *latitude* sebagai representasi tinggi dalam satuan meter dimana permukaan air laut sebagai referensi titik 0 meter.



Gambar 3.6 Sistem koordinat geografis bumi

Penulisan kedua koordinat sudut tersebut umumnya menggunakan derajat dengan dengan maksimum enam desimal. Untuk keperluan analisa jarak dalam satuan meter, maka perlu untuk mengkonversi besar sudut ini kedalam satuan kilometer atau meter.



Gambar 3.7 Sistem koordinat *longitude* dan *latitude*

Efek kelengkungan bumi pada *latitude* yang berbeda mengakibatkan konversi jarak yang berbeda terhadap setiap perubahan derajat. Tabel perbedaan ukuran jarak terhadap sudut diberikan oleh Tabel 3.2 berikut:

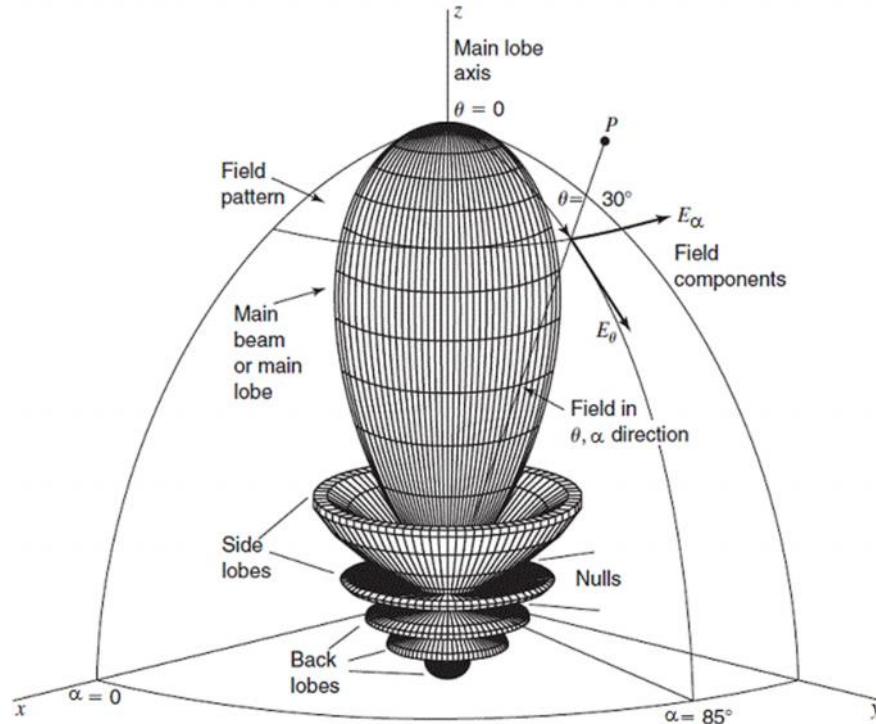
Tabel 3.2 Konversi koordinat geografis

ϕ	$\Delta^0 \text{Latitude (km)}$	$\Delta^0 \text{Longitude (km)}$
0^0	110.574	111.320
15^0	110.649	107.551
30^0	110.852	96.486
45^0	111.132	78.847
60^0	111.412	55.800
75^0	111.618	28.902
90^0	111.694	0.000

Sebelum melakukan konversi ke dalam satuan kilometer, perlu untuk mengetahui lokasi yang akan dikonversi, dalam hal ini kota Pekanbaru terletak pada sekitar daerah ekuator bumi dengan *latitude* 0^0 (U). Berdasarkan Tabel 2.1, konversi perbedaan jarak dalam *latitude* per satuan derajatnya akan setara dengan 110.574 km dan *longitude* setara dengan 111.320 km. Jika suatu parameter posisi dinyatakan dalam derajat dengan empat desimal, maka $\Delta^0 = 0.0001$ pada *latitude* setara dengan $0.0110574 \text{ km} \approx 11.0574$ meter, dan pada *longitude* setara dengan $0.011132 \text{ km} \approx 11.132$ meter.

3.10 Sudut Penglihatan Antena (*Pointing*)

Suatu antena isotropik akan memancarkan radiasinya merata ke seluruh sudut baik vertikal maupun horisontal. Parameter suatu radiasi antena umumnya terdiri dari *main lobe* atau *major lobe*, *side lobe* atau *minor lobe*, dan *back lobe*. Parameter lainnya dapat juga ditambahkan seperti *Half Power Beam Width* (HPBW) dan *First Null Beam Width* (FNBW).



Gambar 3.8 Sistem kuadran pada medan radiasi

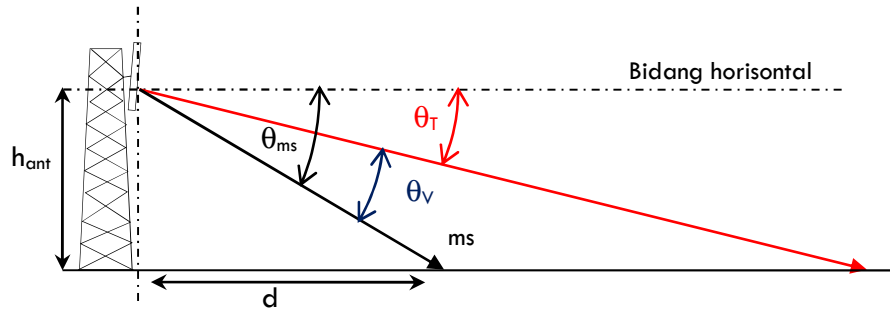
(Sumber : Robert A. Nelson, 2012)

Dengan memperhatikan pola tersebut (Gambar 3.3), maka sudut penglihatan antenna merupakan fungsi dari dua bidang, yakni bidang α (horisontal, ϕ) dan bidang θ (vertikal). Pada bidang horisontal, daya pancar maksimum terjadi pada sudut *azimuth*-i (α_i) pada suatu antenna sektor-*i*. Untuk menentukan *gain* antenna (BS pada koordinat (λ_b, ϕ_b)) terhadap suatu objek (ms pada koordinat $(\lambda_{ms}, \phi_{ms})$), pemilihan sudut gain horisontal merupakan perbedaan *azimuth* antenna (α_i) terhadap *azimuth* ms (α_{ms}), sehingga:

$$g(\alpha) = \alpha_i - \alpha_{ms} \quad 2.14$$

Untuk memperjelas hubungan antar variabel dan penurunan persamaan diatas dapat melihat ilustrasi sederhana dari gambar berikut ini:

maksimum ketika ms tepat berada pada titik jatuh di permukaan dengan sudut radiasi vertikal 0^0 ($0^0 - \theta_T$).



Gambar 3.10 Sudut penglihatan antenna secara vertikal

(Sumber : Ybarra, 2012)

Variabel d pada gambar di atas merupakan jarak horisontal antenna terhadap ms dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *phytagoras* (Ybarra, 2012):

$$d = \sqrt{(\lambda_b - \lambda_m \times 11.132)^2 + (\phi_b - \phi_m \times 11.0574)} \quad 2.16$$

Sehingga sudut radiasi vertikal dari antenna sektoral, θ_v , dapat dihitung dengan menggunakan konsep trigonometri, dimana h_{ant} dalam satuan meter, yaitu:

$$\theta_v = \tan^{-1} \frac{h_{ant}}{d} - \theta_T \quad 2.17$$

Jika ms membentuk sudut terhadap *azimuth* antenna, efek *tilting* akan berbeda dengan efek pada *azimuth* itu sendiri. Penurunan efek *tilting* ini proporsional terhadap perbedaan sudut dari $0^0 - 180^0$ dengan titik balik pada sudut 90^0 dan nilai *tilting* berkisar pada rentang $-\theta_T \leq \theta_T \leq \theta_T$.

Perubahan *tilting* ini dapat dihitung sebagai berikut:

$$\theta_{T'} = \frac{\alpha_i - \alpha_{ms}}{90} \times \theta_T \quad 2.18$$

3.11 *Propagation RF*

Suatu antena ditransmisikan yang mengalami *path loss* sebagai gelombang elektromagnetik dari sumber ke tujuan (seperti: refraksi, difraksi dan *scattering*). Besarnya model skala propagasi diperkirakan dengan jarak kekuatan sinyal *transmitter* dan *receiver* dan dipergunakan untuk memprediksi jangkuan RF dengan model *Friis Space Path Loss* (Julia Andrusenko, 2012).

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Umum

Pada bab ini ditampilkan data yang ada pada 12 unit BTS salah satu penyedia layanan telekomunikasi di Pekanbaru Area, antara lain: Mal Ska, Simpang Harapan, Radio Smart, Plaza Citra, Sukamaju, Sukajadi Pekanbaru, Labuh Timur Tampa, Sukamulia, Air Hitam, Mall Pekanbaru, Ciputra Seraya, dan Sudirman Ujung dalam satu *Cluster*. Dimana akan dianalisa dengan RSCP dan Ec/Io dari setiap parameter-parameter menggunakan *software* Matlab dan Map Info akan memperlihatkan *coverage* (arah jangkauan). Dalam hal ini dilakukan adalah pemilihan tingkat resolusi tiap sampel.

4.1.1 Tahapan Visualisasi

1. Jalankan program Matlab.
2. Buka data *engineering* parameter sebagai masukan.
3. Jalankan *simulator*.
4. Salin hasil simulasi file “*my_map*” (hasil dari step sampel) ke dalam *Microsoft Excel* dan simpan sebagai file type “*.txt”.
5. Buka program Map Info.
6. Buka *table*, pilih *file of type* “*.txt” yang disimpan sebelumnya.
7. Jendela akan keluar dan beri tanda centang pada “*Use First For Column Title*”.
8. Simpan file *engineering* parameter dengan format (*.tab)
9. Pilih Menu *Table > WFI SiteSee > Create Site Boundaries*. Akan muncul jendela menu *Creating Site Table*. Atur parameter yang kita inginkan. Dan klik “OK”
10. Akan muncul jendela bar “*Status Creating Boundaries*”. Lamanya proses tergantung pada sampel yang kita pilih.
11. Simpan file sebagai “MapInfo *.tab”
12. Buka kembali file “MapInfo *.tab” > Pilih Menu *Map > Create Thematic Map >* atur sesuai parameter untuk pemilihan warna, *range* dan *legend*.
13. Buka kembali *engineering* parameter dengan format (MapInfo *.tab) untuk menampilkan BTS. *Setting* parameter-parameter yang kita inginkan.

4.1.2 Parameter Kualitatif Visualisasi

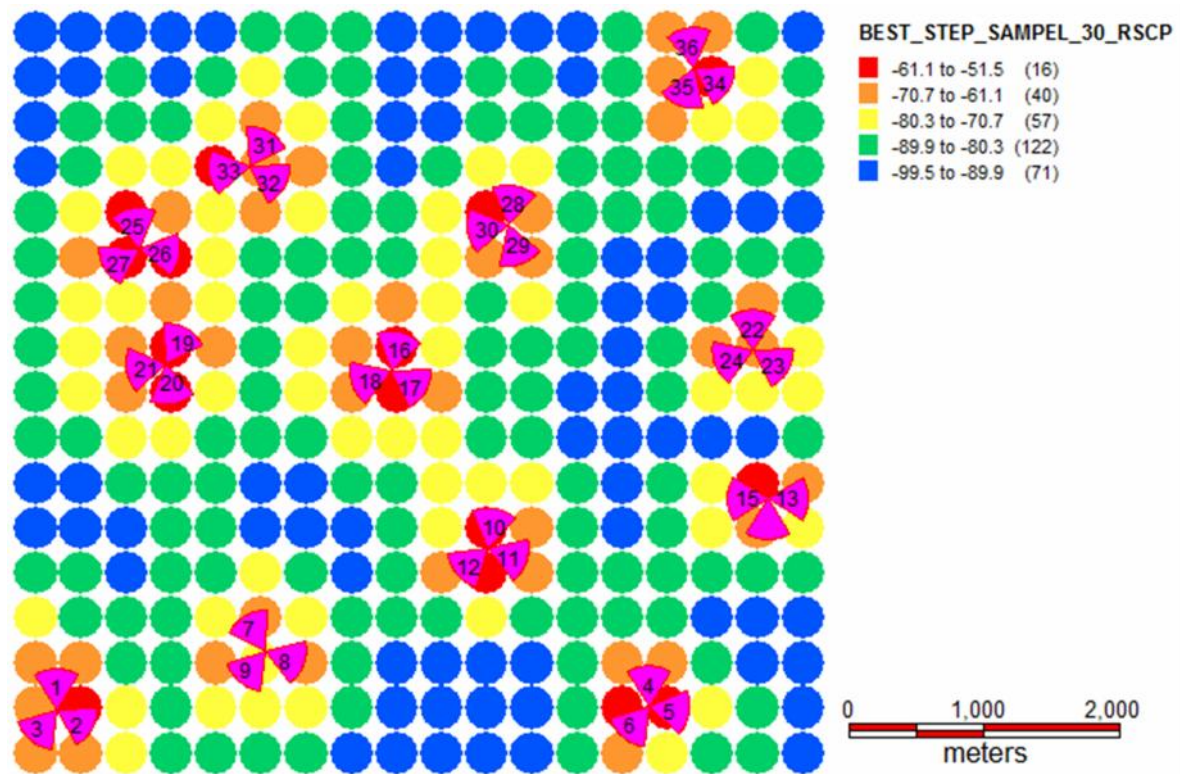
Penilaian ini berdasarkan warna yang muncul pada hasil visualisasi dari sampling nilai x terbentang pada koordinat [0 540] dan nilai y pada rentang [0 510] adalah 30° . Dan nilai Kelipatan Persekutuan Kecil 30 yaitu 1, 3, 5, 6, 10, 15 dan 30. Nilai KPK inilah yang akan menjadi nilai pixel atau step sampel pada program.

Tabel 4.1 Parameter penilaian visualisasi

No	Kriteria	Penilaian
1	Sangat Baik	<ul style="list-style-type: none">- Batas <i>coverage</i> tampak jelas dan dapat diidentifikasi- Hasil visualisasi degradasi warna (<i>rendering</i>) terlihat dengan sangat jelas, resolusi gambar sangat baik- Proses simulasi cepat
2	Baik	<ul style="list-style-type: none">- Batas <i>coverage</i> tampak jelas dan dapat diidentifikasi- Hasil visualisasi degradasi warna (<i>rendering</i>) terlihat dengan jelas, resolusi gambar kelihatan cukup baik- Proses menjalankan simulasi lumayan cepat
3	Sedang	<ul style="list-style-type: none">- Batas <i>coverage</i> jelas dan dapat diidentifikasi- Hasil visualisasi degradasi warna (<i>rendering</i>) terlihat dengan sedang, resolusi gambar kelihatan sedang- Proses menjalankan simulasi sedang
4	Buruk	<ul style="list-style-type: none">- Batas <i>coverage</i> kurang jelas dan susah diidentifikasi- Hasil visualisasi degradasi warna (<i>rendering</i>) terlihat buruk, resolusi gambar kelihatan kurang jelas- Proses menjalankan simulasi lambat
5	Sangat Buruk	<ul style="list-style-type: none">- Batas <i>coverage</i> tidak jelas dan tidak dapat diidentifikasi- Hasil visualisasi degradasi warna (<i>rendering</i>) terlihat dengan sangat buruk, resolusi gambar kelihatan sangat buruk- Tidak dapat menjalankan proses simulasi

4.2 Analisa Data

4.2.1 Pixel 30

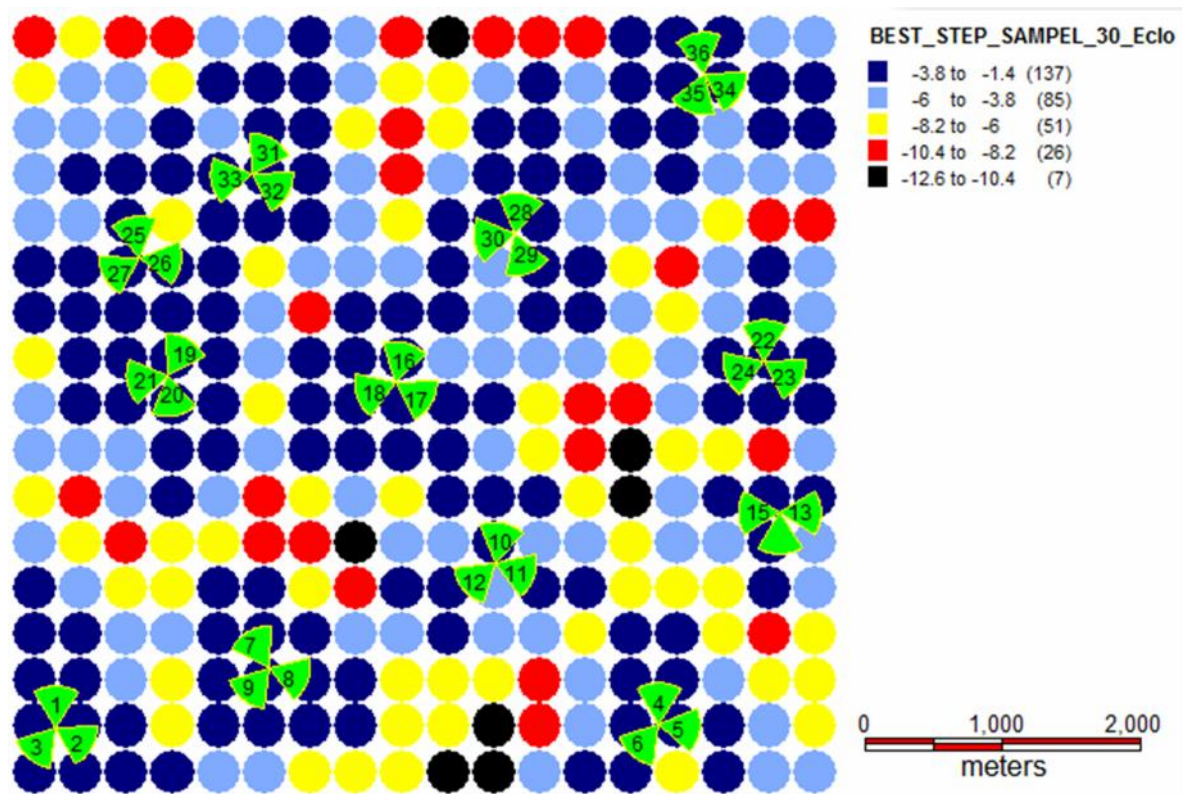


Gambar 4.1 Best RSCP level pada *pixel* 30

Berdasarkan hasil gambar *pixel* 30, nilai RSCP pada batas *coverage* tidak tampak jelas dan tidak dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* terlalu besar dan jumlah titik sampelnya sedikit dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh sangat buruk. Lama proses simulasi cepat yaitu 5 menit karena tidak memakan memori RAM yang banyak dan jumlah titik sampel sedikit yaitu 360 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai RSCP sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.2 Nilai *range* RSCP *pixel* 30

Warna	Rentang Nilai	Golongan
Merah	-61,1 ke -51,5	Lebih baik
Orange	-70,7 ke -61,1	Baik
Kuning	-80,3 ke -70,1	Buruk
Hijau	-89,9 ke -80,3	Lebih buruk
Biru muda	-99,5 ke -89,9	Terburuk



Gambar 4.2 *Best Ec/Io level pada pixel 30*

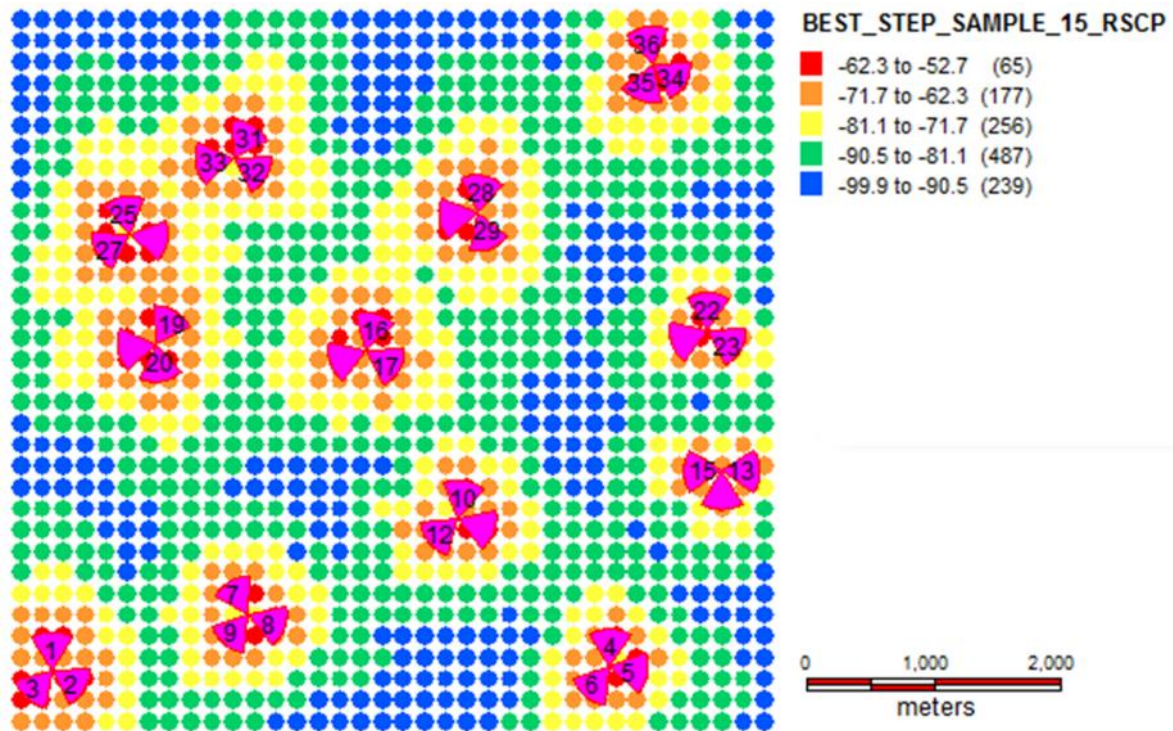
Berdasarkan hasil gambar *pixel 30*, nilai *Ec/Io* pada batas *coverage* tidak tampak jelas dan tidak dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* terlalu besar dan jumlah titik sampelnya sedikit dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh sangat buruk. Lama proses simulasi cepat yaitu 5 menit karena tidak memakan memori RAM yang banyak dan jumlah titik sampel sedikit yaitu 360 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai *Ec/Io* sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.3 Nilai *range Ec/Io pixel 30*

Warna	Rentang Nilai	Kriteria
Biru Tua	-3,8 ke -1,4	Lebih baik
Biru Muda	-6 ke -3,8	Baik
Kuning	-8,2 ke -6	Buruk
Merah	-10,4 ke -8,2	Lebih buruk
Hitam	-12,6 ke -10,4	Terburuk

Kesimpulan dari *pixel 30* diperoleh hasil yang sangat buruk karena visualisasi batas *coverage* tidak terlihat dan degradasi warna tidak terlihat bagus.

4.2.2 Pixel 15

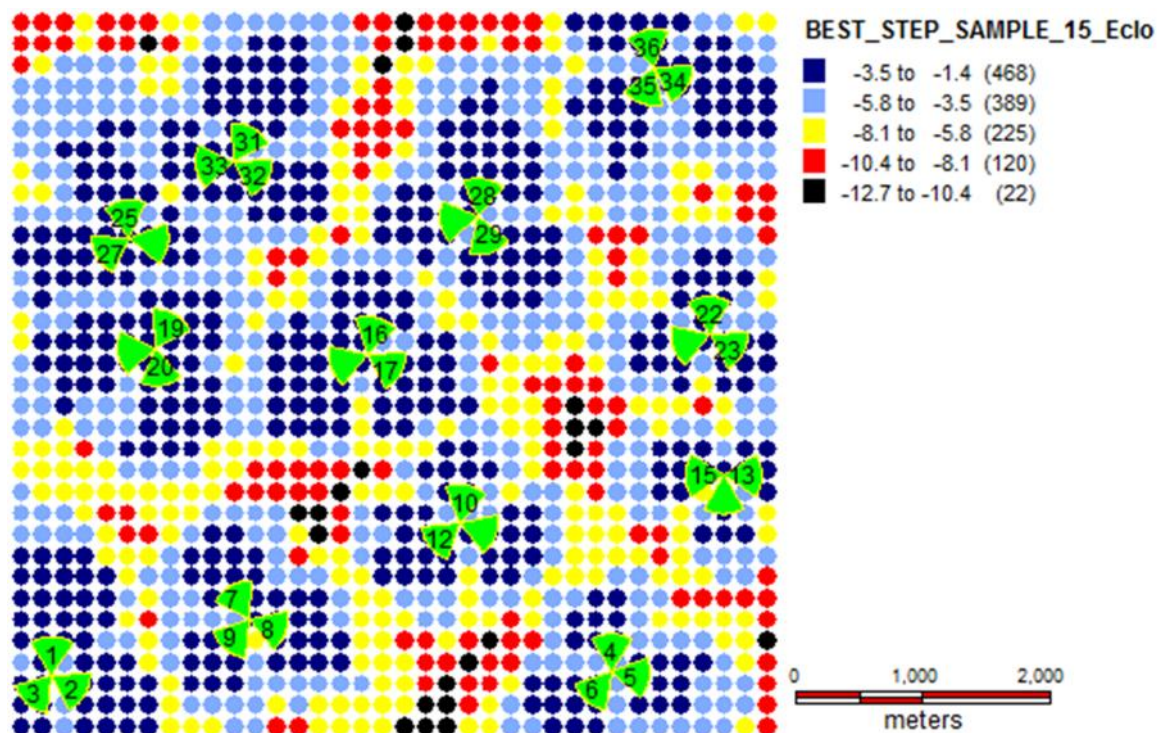


Gambar 4.3 *Best* RSCP level pada *pixel* 15

Berdasarkan hasil gambar *pixel* 15, nilai RSCP pada batas *coverage* tidak tampak jelas dan tidak dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* besar dan jumlah titik sampelnya sedikit dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh sangat buruk. Lama proses simulasi lumayan cepat yaitu 7 menit karena tidak memakan memori RAM yang banyak dan jumlah titik sampel sedikit yaitu 1.224 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai RSCP sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.4 Nilai *range* RSCP *pixel* 15

Warna	Rentang Nilai	Golongan
Merah	-62,3 ke -52,7	Lebih baik
Orange	-71,7 ke -62,3	Baik
Kuning	-81,1 ke -71,1	Buruk
Hijau	-90,5 ke -81,1	Lebih buruk
Biru muda	-99,9 ke -90,5	Terburuk



Gambar 4.4 *Best Ec/Io level pada pixel 15*

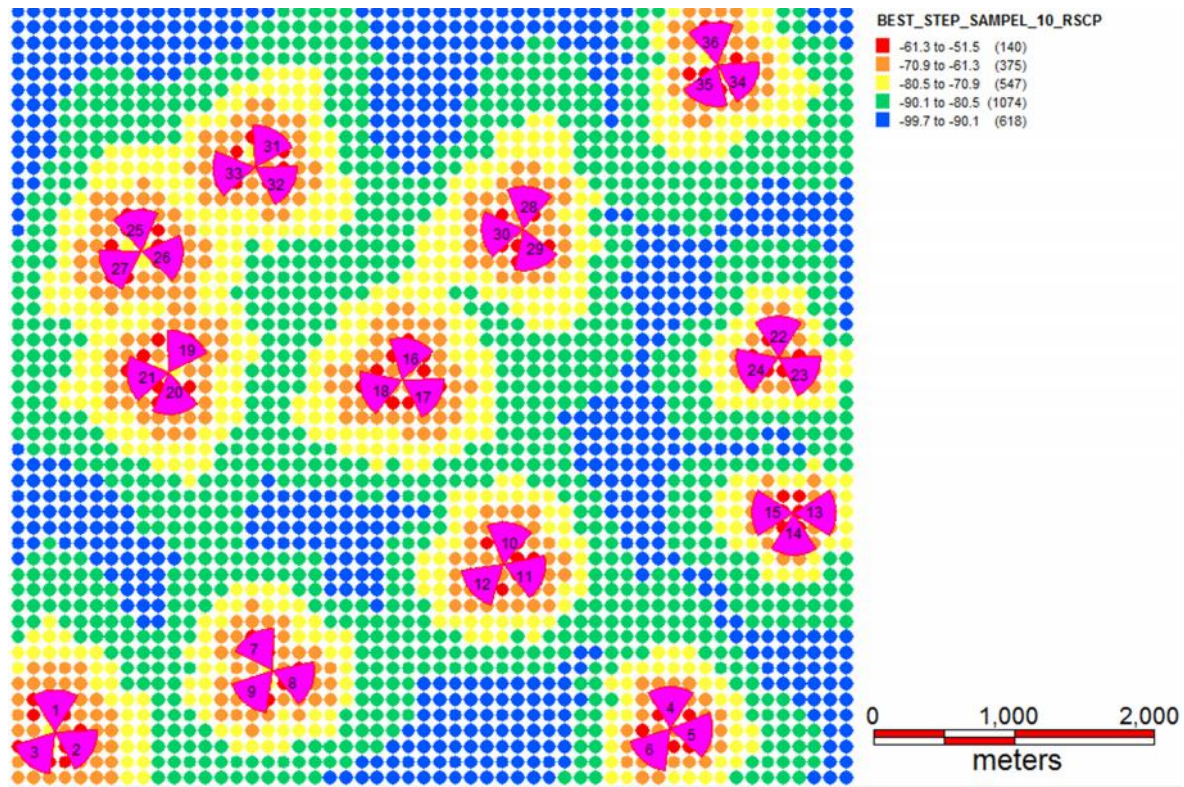
Berdasarkan hasil gambar *pixel 15*, nilai Ec/Io pada batas *coverage* tidak terlihat jelas dan tidak dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* besar dan jumlah titik sampelnya sedikit dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh sangat buruk. Lama proses simulasi lumayan cepat yaitu 7 menit karena tidak memakan memori RAM yang banyak dan jumlah titik sampel sedikit yaitu 1.224 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai Ec/Io sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.5 Nilai *range Ec/Io pixel 15*

Warna	Rentang Nilai	Kriteria
Biru Tua	-3,5 ke -1,4	Lebih baik
Biru Muda	-5,8 ke -3,5	Baik
Kuning	-8,1 ke -5,8	Buruk
Merah	-10,4 ke -8,1	Lebih buruk
Hitam	-12,7 ke -10,4	Terburuk

Kesimpulan dari *pixel 15* diperoleh hasil yang buruk karena visualisasi batas *coverage* tidak terlihat jelas dan degradasi warna tidak terlihat bagus.

4.2.3 Pixel 10

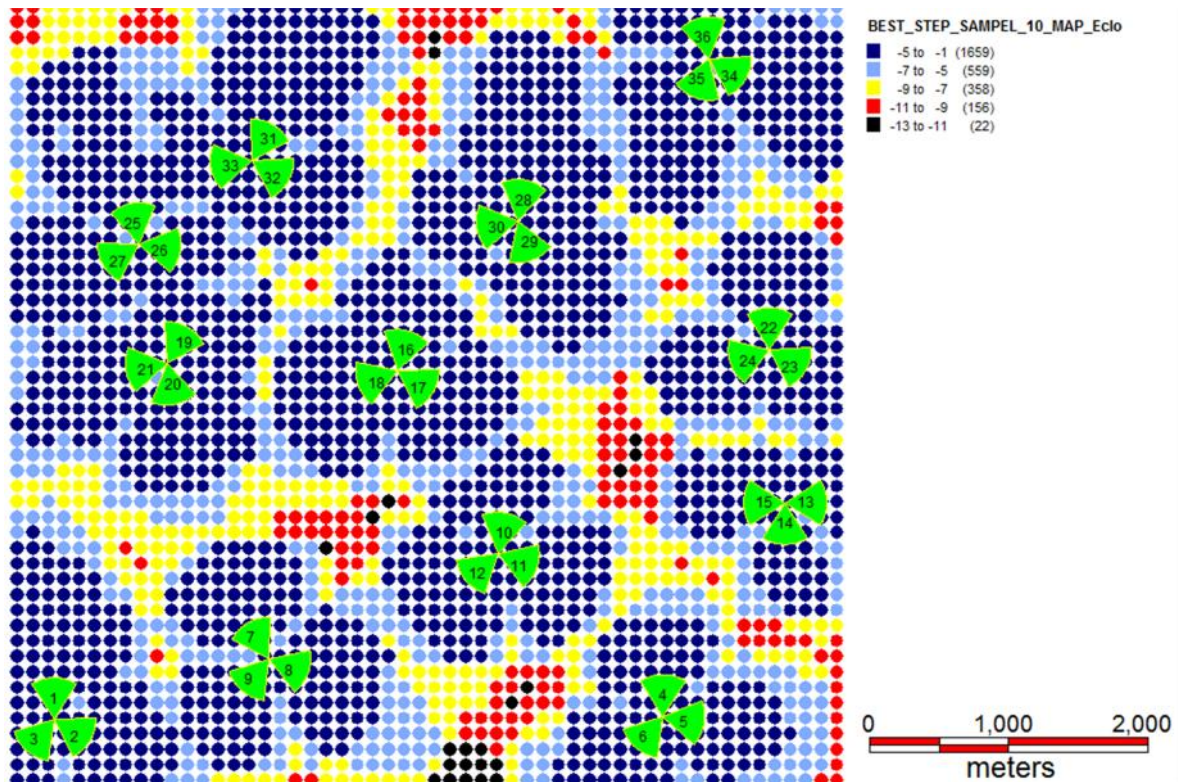


Gambar 4.5 *Best* RSCP level pada *pixel* 10

Berdasarkan hasil gambar *pixel* 10, nilai RSCP pada batas *coverage* sedang dan dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* sesuai dan jumlah titik sampelnya sedang dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh sedang. Lama proses simulasi cepat yaitu 9 menit karena tidak memakan memori RAM yang banyak dan jumlah titik sampel sedikit yaitu 2.754 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai RSCP sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.6 Nilai *range* RSCP *pixel* 10

Warna	Rentang Nilai	Golongan
Merah	-61,3 ke -51,5	Lebih baik
Orange	-70,9 ke -61,3	Baik
Kuning	-80,5 ke -70,9	Buruk
Hijau	-90,1 ke -80,5	Lebih buruk
Biru muda	-99,7 ke -90,1	Terburuk



Gambar 4.6 *Best Ec/Io level pada pixel 10*

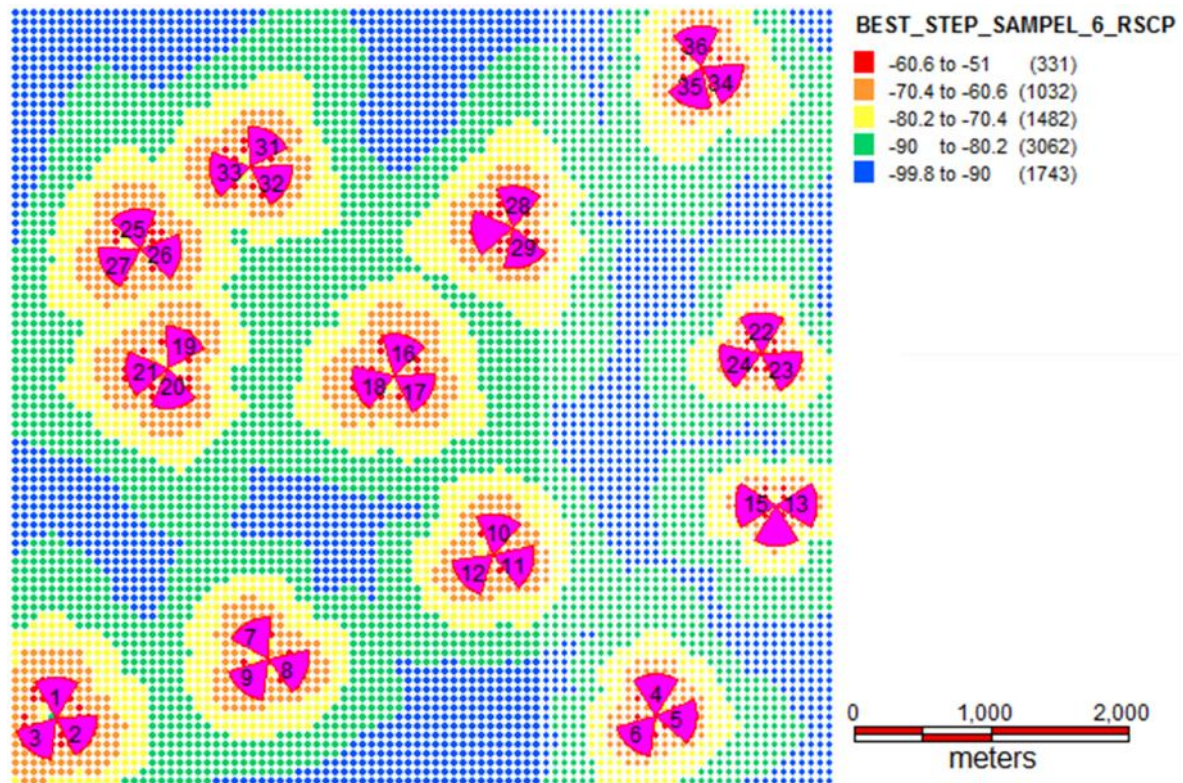
Berdasarkan hasil gambar *pixel 10*, nilai Ec/Io pada batas *coverage* sedang dan dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* besar dan jumlah titik sampelnya sedang dan visualisasi degradasi warna yang diperoleh sedang. Lama proses simulasi cepat yaitu 9 menit jumlah dan titik sampel sedikit yaitu 2.754 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai Ec/Io sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.7 Nilai *range Ec/Io pixel 10*

Warna	Rentang Nilai	Kriteria
Biru Tua	-5 ke -1	Lebih baik
Biru Muda	-7 ke -5	Baik
Kuning	-9 ke -7	Buruk
Merah	-11 ke -7	Lebih buruk
Hitam	-13 ke -11	Terburuk

Kesimpulan dari *pixel 10* diperoleh hasil yang sedang karena visualisasi batas *coverage* terlihat dan degradasi warna terlihat.

4.2.4 Pixel 6

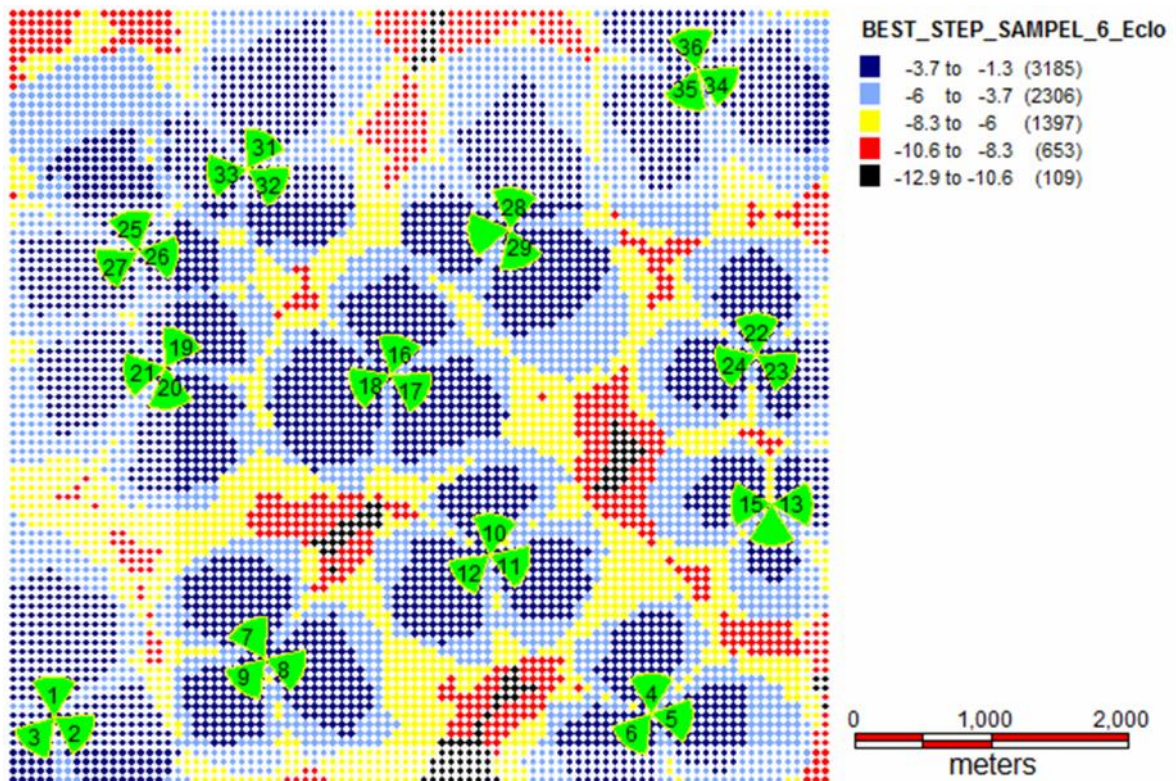


Gambar 4.7 Best RSCP level pada *pixel 6*

Berdasarkan hasil gambar *pixel 6*, nilai RSCP pada batas *coverage* jelas dan dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* besar dan jumlah titik sampelnya lumayan banyak dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh baik. Lama proses simulasi dan jumlah titik sampel sedikit yaitu 7.650 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai RSCP sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.8 Nilai *range RSCP pixel 6*

Warna	Rentang Nilai	Golongan
Merah	-60,6 ke -51	Lebih baik
Orange	-70,4 ke -60,6	Baik
Kuning	-80,2 ke -70,4	Buruk
Hijau	-90 ke -80,2	Lebih buruk
Biru muda	-99,8 ke -90	Terburuk



Gambar 4.8 *Best Ec/Io level pada pixel 6*

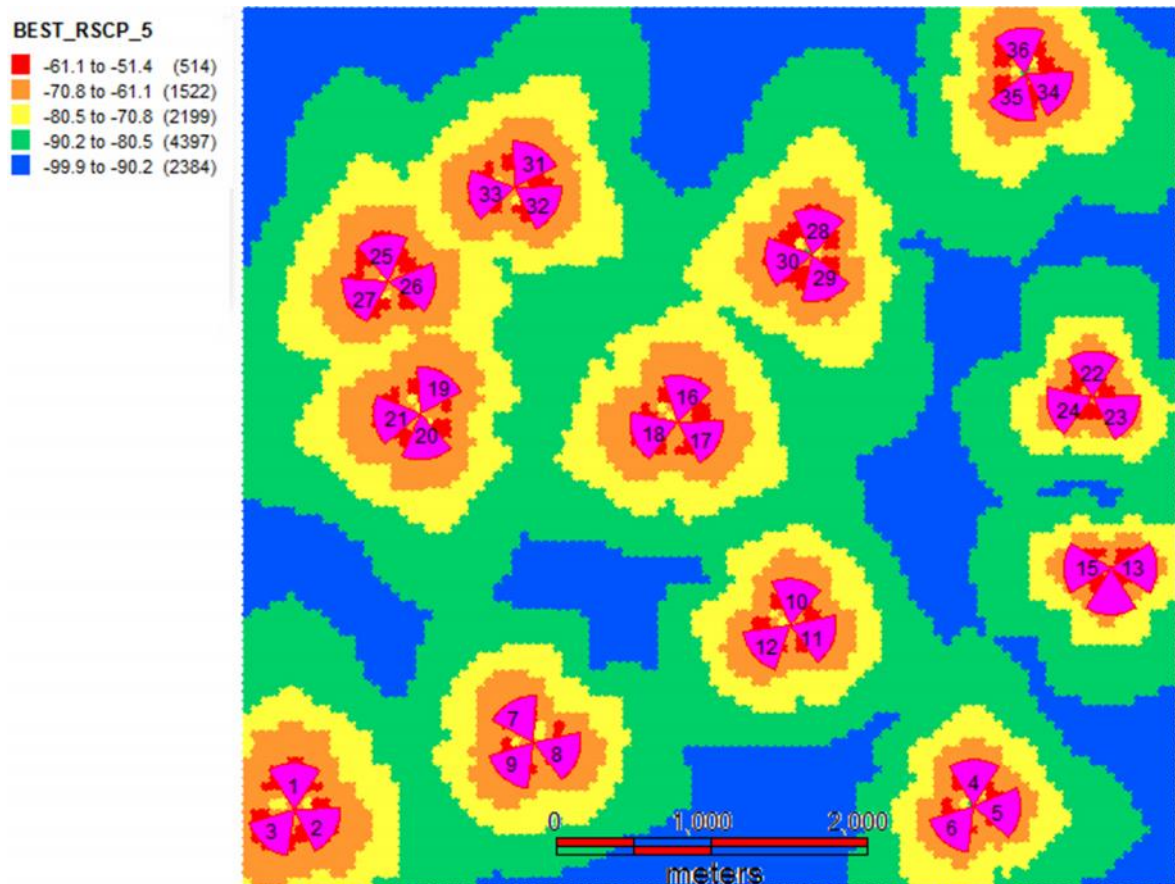
Berdasarkan hasil gambar *pixel 6*, nilai Ec/Io pada batas *coverage* jelas dan dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* besar dan jumlah titik sampelnya banyak dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh baik. Lama proses simulasi cepat yaitu 10 menit karena memakai memori RAM yang lumayan banyak dan jumlah titik sampelnya yaitu 7.650 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai Ec/Io sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.9 Nilai *range Ec/Io pixel 6*

Warna	Rentang Nilai	Kriteria
Biru Tua	-3,7 ke -1,3	Lebih baik
Biru Muda	-6 ke -3,7	Baik
Kuning	-8,3 ke -6	Buruk
Merah	-10,6 ke -8,3	Lebih buruk
Hitam	-12,9 ke -10,6	Terburuk

Kesimpulan dari *pixel 6* diperoleh hasil yang sedang karena visualisasi batas *coverage* jelas dan degradasi warna terlihat.

4.2.5 Pixel 5

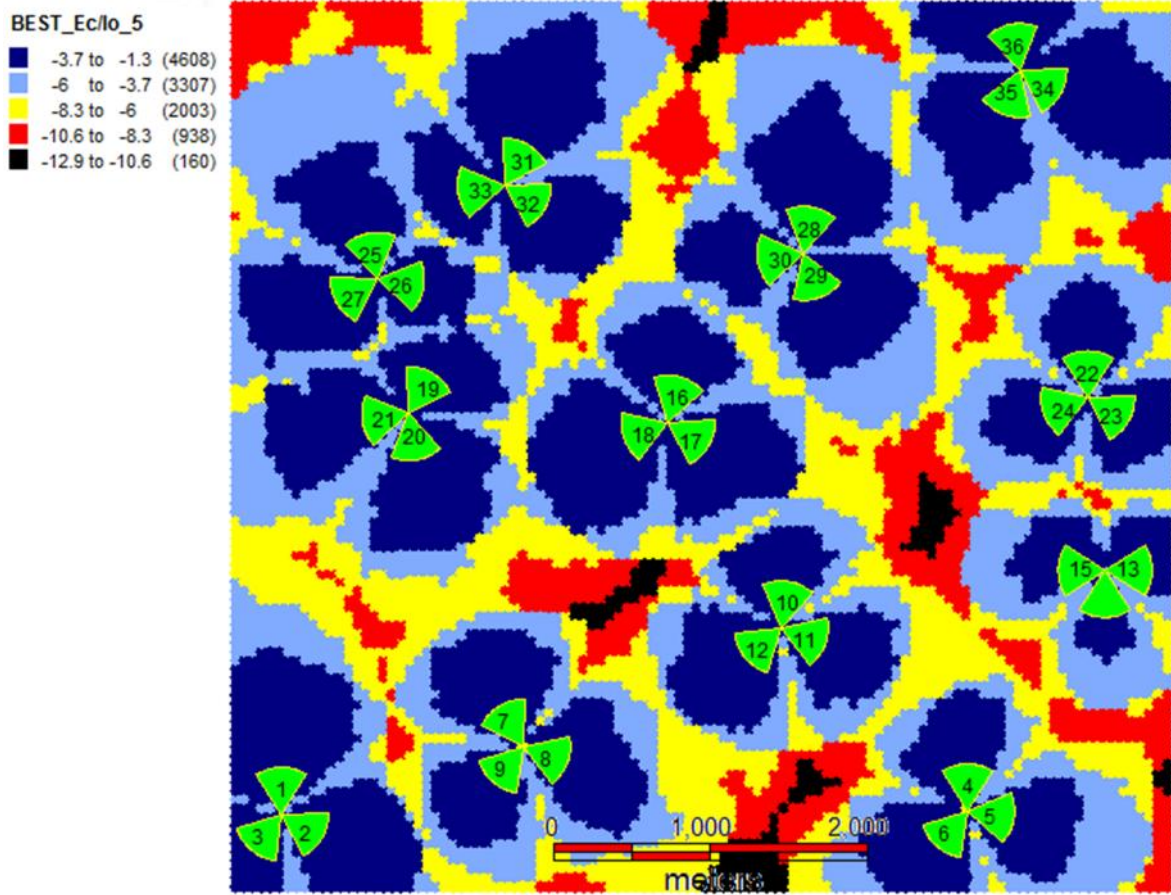


Gambar 4.9 Best RSCP level pada pixel 5

Berdasarkan hasil gambar *pixel 5*, nilai RSCP pada batas *coverage* tampak jelas dan mudah dapat diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* besar dan jumlah titik sampelnya banyak dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh sangat baik. Lama proses simulasi cepat karena tidak memakan memori RAM yang banyak dan jumlah titik sampel sedikit yaitu 11.016 titik sampel. Jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai RSCP sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.10 Nilai *range RSCP pixel 5*

Warna	Rentang Nilai	Golongan
Merah	-61,1 ke -51,4	Lebih baik
Orange	-70,8 ke -61,1	Baik
Kuning	-80,5 ke -70,8	Buruk
Hijau	-90,2 ke -80,5	Lebih buruk
Biru muda	-99,9 ke -90,2	Terburuk



Gambar 4.10 *Best Ec/Io level pada pixel 5*

Berdasarkan hasil gambar *pixel 5*, nilai RSCP pada batas *coverage* tampak jelas dan sangat mudah diidentifikasi karena resolusi pemilihan *pixel* besar dan jumlah titik sampelnya 11.016 titik dan visualisasi degradasi warna yang di peroleh sangat baik. Lama proses simulasi 15 menit, jumlah *range legend* berfungsi menentukan rentang nilai RSCP sebanyak 5 penilaian atas daerah *plotting pixel*.

Tabel 4.11 Nilai *range Ec/Io pixel 5*

Warna	Rentang Nilai	Kriteria
Biru Tua	-3,7 ke -1,3	Lebih baik
Biru Muda	-6 ke -3,7	Baik
Kuning	-8,3 ke -6	Buruk
Merah	-10,6 ke -8,3	Lebih buruk
Hitam	-12,9 ke -10,6	Terburuk

Kesimpulan dari *pixel 5* diperoleh hasil yang sangat baik karena visualisasi batas *coverage* terlihat jelas dan degradasi warna terlihat sangat juga.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil analisa simulasi data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Nilai x terbentang pada koordinat [0 540] dan nilai y pada rentang [0 510] akan memberikan visualisasi yang lebih baik ketika disampling dengan nilai *pixel* 5 dan 11.016 titik sampel dengan penyamplingan area secara merata.
2. Program ini bisa merancang *coverage* menggunakan Matlab dan Map Info.
3. Program ini mampu membuat algoritma Matlab dan metode visualisasi ke dalam Map Info untuk menganalisa *coverage*.

5.2 SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk :

1. Bagaimana integrasi Matlab dengan Map Info.
2. Terlalu banyak *step* untuk melakukan simulasi.
3. Mengganti model *Free Space Loss* yang sesuai dengan tinjauan umum.
4. Dalam penelitian ini bumi dianggap datar, untuk penelitian selanjutnya info *altitude* (permukaan bumi

